Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON
ERNST LAMLA

BEIRAT:

J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. J. DEUTICKE
H. v. FICKER · R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · K. HENKE
A. KUHN · M. v. LAUE · H. MARTIUS · R. W. POHL

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

40. JAHRGANG **HEFT 17** (ERSTES SEPTEMBERHEFT) **1953**

INHALT:

AUFSÄTZE. Seite

Die Wandlung unserer Vorstellung von den Elementarteilchen. Von W. FINKELNBURG 445

Die Lipoide im chemischen Aufbau des Nervensystems. Von E. KLENK 449

Orogenesen und Eiszeiten. Zur Ursache des Klimawechsels in der Erdgeschichte. Von M. SCHWARZBACH 452

Untersuchungen an Steroiden. Von H. H. INHOFFEN 455

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN.

Sur les propriétés d'un modèle instable de cosmologie contenant un „fluide imparfait". Von R. L. BRAHMACHARY 456

Die Lichtfilter im Fluoreszenzmikroskop zur Darstellung des Mycobacterium tuberculosis. Von H. KÖLBEL 457

Selbstabsorption der Zerfallselektronen von In^{116} in Indiummetall. Von M. A. VIGON und E. MONTERO 458

Über die radioaktive Verseuchung der Atmosphäre. Von O. HAXEL und G. SCHUMANN 458

Zur Frage des Überganges zwischen homöopolarer und Ionenbindung. Von TH. NEUGEBAUER 459

Über das Calciummonochlorid. Von P. EHRLICH und L. GENTSCH 460

Amide formation from acids and thiourea. Von A. RAHMAN und M. O. FAROOQ 460

Tetracolamin-Phenolphthalein-Phosphat als Substrat zur Phosphatasebestimmung. Von H. MATTENHEIMER 460

New observations upon the synthesis of acetophenone and benzaldehyde from phenylhydrazine during the acetate respiration with E. coli cells. Von V. BOLCATO und M. E. SCEVOLA 461

Pseudo-hypericin, ein neuer, roter Hypericumfarbstoff. Von H. BROCKMANN und W. SANNE 461

Ein neuer Schnelltest zur Identifizierung leicht und schwer hydrolysierbarer Phosphorsäure-Ester im Papierchromatogramm. Von A. FLECKENSTEIN, E. GERLACH und J. JANKE 462

Bausteinanalyse eines kristallinen Nukleoproteides aus Pankreas. Von H. BOSER 462

Chemische Beobachtungen über die Wirkung von Elastase auf das elastische Gewebe der Aorta in Beziehung zu elektronenoptischen Befunden. Von I. NECKEL 463

Ein Bakterienstamm mit fungistatischer Wirksamkeit gegenüber phytopathogenen und humanpathogenen Pilzen. Von F. SCHWANITZ und H. HAHN 464

Über die Wirksamkeit von Bacterium „13" gegenüber einigen humanpathogenen Pilzarten und -stämmen. Von F. SCHWANITZ und H. HAHN 464

Biologische Unterschiede und Übergänge zwischen fortzüchtbaren Lysinen und Bakteriophagen. Von G. HANNEMANN 465

Zur biologischen Wirkung kurzwelligen ultravioletten Lichtes (UV-C) beim Frosch. Von H. GIERSBERG und E. DORN . 465

Zellwucherungen nach Applikation eines androgenen Wirkstoffes. Von H. QUERNER und H. WRBA 466

Die Temperaturabhängigkeit der Myomerenzahl beim Hering (Clupea harengus L.). Von G. HEMPEL 467

BESPRECHUNGEN.

W. VON BUDDENBROCK, Vergleichende Physiologie. (Ref.: F. H. REIN) 468

Beiträge zur Fauna Perus. (Herausgeg. von E. Titschack.) (Ref.: W. HELLMICH) 468

C. F. H. ALLEN, Six-membered heterocyclic Nitrogen Compounds with four condensed rings. (Ref.: W. SIEDEL) . . 468

C.H.F. Müller Aktiengesellschaft Hamburg Röntgenwerk

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Begründet 1913 von *A. Berliner* und *C. Thesing*. 1934/35 herausgegeben von *H. Matthée*, 1936—1944 herausgegeben von *F. Süffert*, 1945—1949 herausgegeben von *A. Eucken*.

Beilage: „Mitteilungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte".

Bildet die Fortsetzung der „Naturwissenschaftlichen Rundschau". Begründet 1886 und bis 1912 (Jahrgang 27) herausgegeben von *J. Bernstein, V. Meyer, B. Schwalbe, W. Sklarek* u. a. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

Organ der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte und Organ der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, (seit 1948) Organ der Max-Planck-Gesellschaft.

Die **„Naturwissenschaften"** erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20 %. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalsschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 249251) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Vertriebs-Vertretung im Ausland:
Lange, Maxwell & Springer Ltd., 242 Marylebone Road, London N. W. 1

Springer-Verlag
Berlin • Göttingen • Heidelberg

Redaktionelle Hinweise.

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zeitschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,

(20b) Göttingen, Theaterplatz 10, Fernsprecher 3371.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebenso gut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare.

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die dann von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Allgemeine Physiologie

Von **Albrecht Bethe,** Professor emeritus an der Universität Frankfurt a. M. Mit 159 Abbildungen. VI, 294 Seiten. 1952. Ganzleinen DM 29.70

Inhaltsübersicht: Definition des Organismus. Die allgemeinen Grundzüge des Stoffabbaus und der Energieproduktion. Der Gewinn verwertbarer Energie und der Kreislauf der lebenswichtigsten Elemente in der Natur. — Die Lebensbedingungen. — Das Prinzip der Arbeitsteilung, primitivste Lebewesen, freilebende Zellen, Zellkolonie, Zellenstaat, und „Individuenstaat". — Allgemeine Eigenschaften der Protoplasten. — Das Süßwasser, die Körperflüssigkeiten und der Mineralbestand der Zellen. — Die Abhängigkeit einiger Fermente vom pH. — Die Zweckmäßigkeitslehre oder Teleologie. — Energiewandlungen und Energieäußerungen. — Reizeffekte und Automatie. — Mechanische Leistungen. — Allgemeine Physiologie der Bewegung und ihrer Mittel. — Muskeln. — Vermittler zwischen den Teilen eines Organismus. — Automatie, Rhythmik und Periodik. — Sachverzeichnis.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Jahrgang 40 Heft 17 (Erstes Septemberheft) 1953

Die Wandlung unserer Vorstellung von den Elementarteilchen.

Von Wolfgang Finkelnburg, Erlangen.

Es ist von jeher das Ziel der Physik und speziell der Atomphysik gewesen, den Aufbau der Welt und die in ihr erfolgenden zeitlichen Veränderungen unter Benutzung möglichst weniger letzter Bausteine mit möglichst einfachen Eigenschaften, Elementarteilchen genannt, und möglichst weniger allgemeiner Naturgesetze zu beschreiben.

Bis vor etwa 20 Jahren gab es kaum einen Zweifel daran, daß man sich diese Elementarteilchen als unteilbare, zeitlich unveränderliche, kleinste Bausteine unserer Welt zu denken hätte. Diese Vorstellung von den Elementarteilchen hat in den letzten 20 Jahren eine tiefgreifende Wandlung erfahren, die für die gesamte Entwicklung der Physik in dieser Zeit charakteristisch ist und deren Diskussion zeigen wird, warum man heute mit Recht die Theorie der Elementarteilchen als das Zentralproblem der gegenwärtigen physikalischen Grundlagenforschung bezeichnet.

Fünf Fragen sind es, die in diesem Zusammenhang zu beantworten sind:

1. Sind die Elementarteilchen wirklich unveränderliche, letzte Bausteine, materiellen Bauklötzchen vergleichbar?

2. Welche Elementarteilchen kennen wir, und welche Eigenschaften von ihnen können wir experimentell bestimmen?

3. Lassen sich alle diese Eigenschaften zu befriedigenden Bildern (Modellen) der verschiedenen Elementarteilchen vereinigen?

4. Warum gibt es nach Zahl und Eigenschaften gerade diese und keine anderen Elementarteilchen?

5. Welche Bedeutung hat das Problem der Elementarteilchen für die gegenwärtige Situation und die künftige Entwicklung der Physik?

Vor 20 Jahren schien das oben angedeutete Ziel der Atomphysik fast erreicht. Mit Hilfe von nur vier Elementarteilchen, und zwar unveränderlich erscheinenden Elementarteilchen, glaubte man, die gesamte, unsere Welt bildende Materie und Strahlung grundsätzlich beschreiben zu können. Seit der Entdeckung des Neutrons im Jahre 1932 nämlich war klar, daß Protonen und Neutronen als die elementaren Bausteine sämtlicher Atomkerne anzusehen sind. Unter Berücksichtigung der die Atomhüllen bildenden Elektronen ließ sich also die gesamte aus Atomen aufgebaute materielle Welt auf die drei Elementarteilchen Proton, Neutron und Elektron zurückführen, während man zur Beschreibung der nichtmateriellen elektromagnetischen Strahlung eine vierte Art von Elementarteilchen, die Lichtquanten oder Photonen, benötigte.

Schon bald aber wurde dieses befriedigende Bild gestört durch die beunruhigende Entdeckung, daß eines dieser Elementarteilchen, und zwar das Neutron, keineswegs unveränderlich und stabil ist, sondern nach einer mittleren Lebensdauer von etwa 20 min spontan in ein Proton und ein Elektron zerfällt. Man kann die hierdurch entstandene Schwierigkeit auch nicht einfach dadurch beseitigen, daß man dem Neutron den Charakter eines Elementarteilchens abspricht und es als ein aus einem Proton und einem Elektron zusammengesetztes Teilchen ansieht. Ein aus diesen zwei Elementarteilchen „zusammengesetztes" Teilchen nämlich müßte eine Masse besitzen, die kleiner wäre als die Summe der Massen der es bildenden Elementarteilchen, weil ja bei der Bindung Bindungsenergie und damit ein dieser äquivalenter Massenbetrag nach außen abgegeben wird. Tatsächlich aber ist nach Tabelle 1 die Masse des Neutrons *größer* als die Summe der Massen von Proton und Elektron. Obwohl also das Neutron in ein Proton und ein Elektron zerfallen kann, ist es nicht im normalen Sinne aus diesen zusammengesetzt. Das Neutron ist folglich ein Elementarteilchen, aber ein instabiles. Sehr bald vergrößerten sich die Schwierigkeiten des Elementarteilchenproblems auch durch die Entdeckung einer Anzahl neuer Elementarteilchen mit teilweise recht merkwürdigen Eigenschaften. Zunächst zeigte sich beim Studium des radioaktiven β-Zerfalls, daß die Gültigkeit der bei allen anderen Phänomenen auch der Atomphysik bisher durchgängig bewährten Erhaltungssätze für Energie, Drehimpuls und Impuls beim β-Zerfall nur aufrechterhalten werden konnte, wenn man die gleichzeitige Emission eines neuen, sich direkt nicht bemerkbar machenden Elementarteilchens annahm. Dieses sog. *Neutrino* muß entweder wie das Photon die Ruhemasse Null besitzen oder doch eine Ruhemasse, die nach den letzten Messungen kleiner ist als ein Tausendstel der Ruhemasse des Elektrons. Das Jahr 1934 brachte dann die Entdeckung des positiven Elektrons oder Positrons und mit ihr die aufregende Feststellung, daß beim Zusammentreffen eines positiven und eines negativen Elektrons diese beiden Elementarteilchen sich in zwei, gelegentlich auch drei Photonen verwandeln können. Auch der umgekehrte Vorgang, nämlich die Erzeugung eines Elektronenpaares aus einem Photon hinreichend großer Energie, wurde wenig später entdeckt. Mit diesen Entdeckungen war auch die früher für selbstverständlich gehaltene Unveränderlichkeit und zeitliche Permanenz der Elementarteilchen verschwunden. Zwar schien das Proton zunächst noch diesen Charakter eines unveränderlichen Bausteins der Materie beizubehalten. Einerseits aber wissen wir heute, daß es sich im Atomkern zeitweise in ein Neutron verwandelt, und zweitens deutet das unten noch zu erwähnende zu große magnetische Moment darauf hin, daß auch das Proton ein wesentlich komplizierteres Elementarteilchen ist, als es auf den ersten Blick erscheint. Seit 1936 schließlich ist die Lage zunehmend verwirrter geworden durch die Entdeckung einer ganzen Gruppe neuer Elementarteilchen. Es handelt sich um die Mesonen, d.h. instabile Elementarteilchen, deren Name davon herrührt, daß ihre Massen (mit bisher nur einer Ausnahme) zwischen denen des Protons und des Elektrons liegen.

Tabelle 1. *Die zur Zeit bekannten Elementarteilchen und ihre Eigenschaften.*

Name	Symbol	Ruhemasse in m_e	Ladung	Spin in $h/2\pi$	Magnetisches Moment	Lebensdauer in sec	Zerfallsprodukte
Proton	p	1836,0	$+e$	$\frac{1}{2}$	$+2{,}79\,\mu_K$	∞	—
Neutron	n	1838,5	0	$\frac{1}{2}$	$-1{,}91\,\mu_K$	10^3	$p+e^-+\nu_0$
Elektron	e^-	1	$-e$	$\frac{1}{2}$	$-1{,}00115\,\mu_B$	∞	—
Positron	e^+	1	$+e$	$\frac{1}{2}$	$+1{,}00115\,\mu_B$	∞	—
Neutrino	ν_0	~ 0	0	$\frac{1}{2}$	0	∞	—
Photon	$h\nu$	0	0	1	0	∞	—
Mesonen	μ^+	210	$+e$	$\frac{1}{2}$	unbekannt	$2{,}15\cdot 10^{-6}$	$e^++2\nu_0$
	μ^-	210	$-e$	$\frac{1}{2}$		$2{,}15\cdot 10^{-6}$	$e^-+2\nu_0$
	π^+	276	$+e$	0		$2{,}5\cdot 10^{-8}$	$\mu^++\nu_0$
	π^-	276	$-e$	0		$2{,}5\cdot 10^{-8}$	$\mu^-+\nu_0$
	π^0	265	0	0		10^{-14}	$2h\nu$
	τ^+	960?	$+e$	0		10^{-9}	$2\pi^++1\pi^-$
	τ^-	960?	$-e$	0		10^{-9}	$2\pi^-+1\pi^+$
	$\varkappa_1^+$	1060?	$+e$	0?		10^{-10}?	μ^++2 Neutrale
	$\varkappa_1^-$	1060?	$-e$	0?		10^{-10}?	μ^-+2 Neutrale
	$\varkappa_2^+$	1450?	$+e$	0?		10^{-10}?	μ^++2 Neutrale
	$\varkappa_2^-$	1450?	$-e$	0?		10^{-10}?	μ^-+2 Neutrale
	V_1^0	2200	0	$\frac{1}{2}$		$4\cdot 10^{-10}$	$p^++\pi^-$
	V_2^0	800	0	0?		$2\cdot 10^{-10}$	$\pi^++\pi^-$

μ_B = BOHRsches Magneton; $\mu_K = \mu_B/1836$ = Kernmagneton.

Tabelle 1 gibt die bis heute gesicherten Elementarteilchen und ihre Eigenschaften an, soweit sie zur Zeit bekannt sind, nämlich die Masse, die Ladung, den in Einheiten von $h/2\pi$ gemessenen Eigendrehimpuls (Spin), das Vorzeichen und die Größe des magnetischen Moments sowie für die instabilen Teilchen deren Lebensdauer und Zerfallprodukte. Beim Betrachten der Tabelle fällt auf, daß die meisten geladenen Elementarteilchen sowohl positiv wie negativ vorkommen. Lediglich das Proton ist bisher nur mit positiver Ladung bekannt. Die Entdeckung eines negativen Protons, dessen Existenz von den Theoretikern fast durchweg gefordert wird, ist zwar mehrfach behauptet, bisher aber noch nicht bestätigt worden. Bei Betrachtung des Spins fällt auf, daß die große Mehrzahl der Elementarteilchen den Spin $\frac{1}{2}$ besitzt, daß dagegen das Photon sicher und die Mehrzahl der instabilen Mesonen wahrscheinlich einen ganzzahligen Spin aufweisen. Während die ersteren Teilchen der FERMI-Statistik folgen, gilt für letztere die BOSE-Statistik. Es ist gelegentlich die Meinung vertreten worden, daß alle „richtigen" Elementarteilchen den Spin $\frac{1}{2}$ besitzen und damit der FERMI-Statistik gehorchen müssen, und man hat deshalb versucht, das einzige vor der Entdeckung der Mesonen dieser Regel widersprechende Teilchen, nämlich das Photon, als ein aus zwei Neutrinos zusammengesetztes Teilchen anzusehen. Erst die noch fehlende quantitative Theorie der Elementarteilchen kann hier das letzte Wort sprechen. Über die Zerfallprodukte der instabilen Mesonen lassen sich eindeutige Angaben schwer machen. Es ist nämlich recht wahrscheinlich, daß zumindest in einer Anzahl von Fällen mehrere Zerfallmöglichkeiten miteinander in Konkurrenz stehen und entsprechend mit verschiedenen Wahrscheinlichkeiten vorkommen. Zu den Wechselwirkungen zwischen den Elementarteilchen gehört schließlich ein letzter, schon lange vermuteter Elementarprozeß, dessen Existenz erst kürzlich durch zahlreiche unabhängige Beobachtungen gesichert worden ist, und zwar die „Erzeugung" einer größeren Anzahl von Elektronen und Mesonen durch Materialisation von kinetischer Energie. Man hat nämlich Ereignisse beobachtet, bei denen ein äußerst energiereiches Höhenstrahlproton mit einem anderen Proton zusammenstieß, wobei es abgebremst wurde und seine kinetische Energie sich nach der Äquivalenzgleichung in eine große Anzahl von Mesonen und wahrscheinlich auch Elektronenpaare verwandelte. Ob bei derartigen Vielfacherzeugungsprozessen auch Protonen und Neutronen „aus kinetischer Energie" erzeugt werden können, scheint noch nicht sicher, wird aber stark vermutet.

Von dem einfachen Bild der wenigen unveränderlichen und zeitlich permanenten Elementarbausteine der Zeit vor 20 Jahren ist also nicht viel mehr übriggeblieben als ein ganzes Chaos von Teilchen, die zwar alle nicht im eigentlichen Sinne zusammengesetzt sind, deren große Mehrzahl aber instabil ist und die sich alle unter geeigneten Bedingungen ineinander umwandeln können, ja sogar aus kinetischer Energie erzeugbar sind. HEISENBERG hat dieses letzte Bild noch etwas theoretisch erweitert. Bei einem genügend energiereichen Stoß zweier Elementarteilchen soll nämlich, wenn der Abstand ihrer Mittelpunkte kleiner wird als eine gewisse fundamentale kleinste Länge von der Größenordnung 10^{-13} cm, die Individualität der zusammenstoßenden Teilchen und ihrer kinetischen Energie verschwinden. Man hätte dann auf kleinstem Raum eine Konzentration von „Urmaterie", in der kein Unterschied mehr zwischen Materie und Energie besteht. Diese hoch komprimierte Urmaterie würde dann nach statistischen Gesetzen ebenso in eine ganze Anzahl verschiedener Elementarteilchen verschiedener Energie zerplatzen wie etwa ein Funkenplasma in Atome, Ionen und Radikale verschiedenster Anregungsstufen sowie Photonen verschiedenster Energie. An diesem Bild wird also besonders deutlich, daß wirklich nichts mehr von der Unveränderlichkeit der Elementarteilchen übriggeblieben ist.

Wir wenden uns nun der Frage zu, wieweit wir für die oben besprochenen Elementarteilchen mit ihren Eigenschaften und damit auch den von ihnen bewirkten Vorgängen eine quantitative Beschreibung, d.h. eine Theorie besitzen und wieweit es möglich ist, die erwähnten Eigenschaften der Elementarteilchen widerspruchsfrei zu einem anschaulichen Bild (Modell) zu vereinigen. Ob solche Teilchenmodelle wirklich erforderlich sind, mag von manchem Theoretiker nach der Entwicklung der Physik in den letzten 2 Jahrzehnten bezweifelt werden. Immerhin kommen an-

schauliche Modelle dem Bedürfnis des überwiegenden Teiles der Physiker entgegen und erlauben, die Grenzen unseres anschaulichen Verständnisses festzulegen. Von allen oben aufgeführten Elementarteilchen haben wir nur vom Elektron und Positron eine alle Eigenschaften dieser Teilchen und ihrer Wechselwirkung mit den Photonen quantitativ beschreibende, von DIRAC stammende Theorie. Sie zeichnet sich leider durch einen nicht unbeträchtlichen mathematischen Aufwand und mangelnde Anschaulichkeit aus. Schon für das anscheinend einfachste Elementarteilchen, das Proton, aber fehlt uns jede quantitative Theorie. Das geht bereits aus der Tatsache hervor, daß das magnetische Moment des Protons von 2,7927 Kernmagnetonen (an Stelle des anschaulich zu erwartenden Wertes von *einem* Kernmagneton) bisher theoretisch nicht abgeleitet werden konnte. Bei allen anderen Elementarteilchen liegt der Fall ebenso schwierig oder noch schwieriger.

Auch bei dem Elektron, auf das wir uns bei der modellmäßigen Diskussion der Elementarteilchen also beschränken müssen, ist es bisher nicht gelungen, die experimentell gesicherten Eigenschaften, insbesondere Spin und magnetisches Moment, zu einem physikalisch widerspruchsfreien Bild zu vereinigen. Das älteste und einfachste Elektronenmodell ist eine kleine, elektrisch geladene Kugel, die infolge Rotation um ihre eigene Achse einen mechanischen Drehimpuls und ein magnetisches Moment besitzt. Zur Bestimmung des Radius dieser Kugel gibt es zwei unabhängige und doch praktisch zu gleichen Ergebnissen führende Überlegungen. Denkt man sich nämlich die elektrische Ladung e nacheinander in kleinen Bruchteilen auf eine Kugel vom Radius r_0 gebracht, so muß dazu gegen die abstoßenden elektrostatischen Kräfte die Arbeit $e^2/2r_0$ geleistet werden. Nimmt man nun an, daß die gesamte Masse m des Elektrons elektromagnetische Masse ist, d.h. der obigen in Masseneinheiten umgerechneten elektrischen Energie entspricht, so folgt aus der Gleichung $e^2/2r_0 = mc^2$ für den so berechneten „klassischen" Elektronenradius der Wert $r_0 = 1{,}4 \cdot 10^{-13}$ cm. Zu praktisch demselben Wert kommt man aus der folgenden, von Annahmen über die Gestalt des Elektrons unabhängigen Überlegung. Schon nach der klassischen Physik werden Elektronen durch auffallende Lichtstrahlung zur Aussendung sekundärer Lichtwellen angeregt. Korpuskular ausgedrückt werden also Photonen von Elektronen gestreut, und aus Messungen kann man einen Streuquerschnitt und damit einen Streuradius des Elektrons berechnen, der mit dem klassischen Elektronenradius praktisch übereinstimmt.

Dieses Kugelmodell des Elektrons besitzt aber zwei schwerwiegende Fehler. Läßt man die kleine Kugel der Masse m nämlich mit solcher Winkelgeschwindigkeit um ihre eigene Achse rotieren, daß ihr Drehimpuls den empirischen Wert $h/4\pi$ annimmt, so ist das durch diese Rotation der elektrischen Ladung entstehende magnetische Moment des Elektronenmodells nur halb so groß wie der empirische Wert. Diese sog. magnetomechanische Anomalie des Elektrons ist, soweit bisher bekannt, eine notwendige Eigenschaft *jedes* mechanischen Elektronenmodells. Der zweite Fehler des Kugelmodells ist ein Widerspruch zu den Forderungen der Relativitätstheorie. Rotiert die erwähnte kleine Kugel nämlich so schnell, daß ihr mechanischer Drehimpuls mit dem empirischen übereinstimmt, so ist ihre Äquatorialgeschwindigkeit im Widerspruch zur Relativitätstheorie etwa das Hundertfache der Lichtgeschwindigkeit. Zu diesen beiden Schwierigkeiten des Kugelmodells kommt noch eine dritte hinzu. Es ist nämlich nicht klar, was das Auseinanderplatzen der sich ja abstoßenden negativen Ladung von der kleinen Kugel verhindern soll, wenn man nicht eine bei der Ableitung des Radius nicht berücksichtigte Bindungsenergie einführt oder aber, was dem Verfasser befriedigender erschiene, die elektrische Elementarladung insofern als unteilbare Einheit ansieht, daß man von sich abstoßenden Teilen nicht mehr sprechen könnte. Wie man es auch ansieht, das Kugelmodell des Elektrons ist also widerspruchsvoll und damit unbefriedigend.

Das gleiche gilt, wenn auch in etwas geringerem Maße, für das zweite bisher entwickelte Elektronenmodell, das von HÖNL stammende Massendipol-Modell. Um die Grundlage dieses viel komplizierteren Modells zu verstehen, müssen wir erwähnen, daß nach der DIRACschen Theorie ein Elektron sich eigentlich immer nur mit Lichtgeschwindigkeit bewegen kann. SCHRÖDINGER hat zuerst darauf hingewiesen, daß dieses Ergebnis nur bedeuten kann, daß man beim Elektron zwischen einer makroskopischen Bewegung des Gesamtsystems bzw. seines Schwerpunktes und einer von dieser unabhängigen, mit Lichtgeschwindigkeit erfolgenden „Zitterbewegung" der Ladung zu unterscheiden hat. Beim makroskopisch ruhenden Elektron kann man sich mit HÖNL diese Zitterbewegung, die in der DIRACschen Theorie mit dem Spin des Elektrons identisch ist, als einen kreisförmigen Umlauf der Ladung um den Schwerpunkt des Elektrons vorstellen, während beim makroskopisch bewegten Elektron diese Kreisbewegung in eine Schraubenbewegung übergehen würde. Modellmäßig muß also der Schwerpunkt des DIRACschen Elektrons von der mit Lichtgeschwindigkeit um ihn umlaufenden Ladung getrennt sein. Das ist nach HÖNL nur möglich, wenn man sich gemäß Fig. 1 das Elektron als einen „Massendipol" vorstellt, d.h. als aus einer positiven und einer, etwas kleineren negativen, um den Abstand l getrennten Masse bestehend, dergestalt, daß die Differenz der positiven und des Absolutwertes der negativen Masse gleich der empirischen Elektronenmasse ist. Während der gemeinsame Schwerpunkt zweier positiver Massen stets zwischen diesen liegt, liegt der Schwerpunkt eines solchen Massendipols wegen der Beteiligung der negativen Masse außerhalb des Systems. Denkt man sich nun die Elektronenladung punktförmig (dafür sprechen die Ergebnisse gewisser Höhenstrahlbeobachtungen) am Ort der positiven Masse lokalisiert, und denkt sich diesen Massendipol, dessen Ladung vom Schwerpunkt den Abstand $h/4\pi\, mc$ haben möge, mit Lichtgeschwindigkeit um den Schwerpunkt rotierend, so zeigt eine einfache Rechnung, daß dieses Modell des Elektrons den richtigen mechanischen Spin $h/4\pi$ besitzt, während sein magnetisches Moment wie beim Kugelmodell um den Faktor 2 zu klein herauskommt.

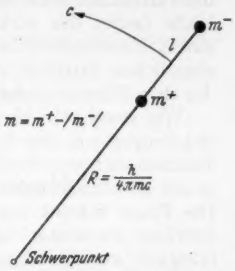


Fig. 1. Zum HÖNLschen Elektronenmodell.

Das HÖNLsche Modell ist also wegen der Beteiligung einer negativen Masse ein recht kompliziertes Gebilde, ohne damit die magnetomechanische Anomalie beseitigen zu können. Sein wesentlichster Vorzug ist der, daß man aus der Bewegungsgleichung dieses Modells die empirisch bestätigte DIRACsche Wellengleichung des Elektrons in gleicher Weise ableiten kann wie die SCHRÖDINGERsche Gleichung aus der klassischen Mechanik. Trotz dieses Erfolges zeigt die modellmäßig noch unerklärte magnetomechanische Anomalie, daß es tatsächlich bisher nicht möglich ist, die empirisch sicher bekannten Eigenschaften des Elektrons zu einem widerspruchsfreien Modell dieses Elementarteilchens zusammenzufügen, und wir erwähnten bereits, daß die Lage bei allen anderen Elementarteilchen noch wesentlich ungünstiger ist. Vielleicht deutet das wirklich darauf hin, daß man bei einem *Elementar*teilchen eben nicht mehr von einer räumlichen Struktur sprechen kann und sollte, weil das dem Elementarcharakter widerspräche.

Wir erwähnten oben bereits, daß das Elementarteilchenproblem durch die Entdeckung immer neuer Teilchen mit verschiedensten Massen (vgl. Tabelle 1) in ein ziemlich beunruhigendes Stadium getreten ist. Die Frage scheint nämlich berechtigt, ob man das Attribut „elementar" wirklich einer so großen Mannigfaltigkeit von Teilchen sinnvoll zuordnen darf. Das würde sofort anders, wenn man die Vielzahl der schon entdeckten und der vielleicht noch zu entdeckenden Elementarteilchen in ähnlicher Weise als „Zustände" eines einzigen Elementarteilchensystems auffassen könnte wie die Vielzahl der Anregungszustände eines Atoms, die ja diesem einen System zugehören. Es unterliegt heute wohl keinem Zweifel, daß die Lösung des Elementarteilchenproblems in dieser Richtung zu suchen ist, und daß die Entdeckung eines neuen Mesons dann ebensowenig aufregend ist wie die Entdeckung eines vorher unbeachteten Anregungszustandes eines an sich wohlbekannten Atoms oder Molekel. In diesem Sinne spricht man heute vom *Massenspektrum der Elementarteilchen* und setzt es in Parallele zum Energieniveau-Spektrum eines gewöhnlichen atomaren Systems. Während aber Übergänge von einem dieser Energiezustände eines Atoms zu einem anderen unter Emission oder Absorption eines Lichtquants erfolgen, zeigt die verschiedene Ladung und die sehr verschiedene Masse der Elementarteilchen, daß die analogen „Übergänge" von einem Massenzustand des Gesamtsystems der Elementarteilchen in einen anderen unter Emission oder Absorption anderer Elementarteilchen, d.h. auch von Elektronen, Mesonen usw. erfolgen müssen. Es sei erwähnt, daß diese Auffassung dem Kernphysiker im Grunde längst vertraut ist, da er ja schon lange Proton und Neutron als zwei durch Ladung und Masse sich unterscheidende Zustände *eines* Teilchens, des sog. Nukleons, angesehen hat. Die entscheidende Schwierigkeit der Theorie der Elementarteilchen liegt nun darin, einen analytischen Ausdruck für das gesamte System der Elementarteilchen und ihre Wechselwirkung zu finden, aus dem das empirische Massenspektrum der Elementarteilchen einschließlich ihrer übrigen Eigenschaften in gleicher Weise zwangsläufig folgt, wie etwa die Energiezustände des Wasserstoffatoms in quantitativer Übereinstimmung mit der Erfahrung aus der SCHRÖDINGER-Gleichung des H-Atoms folgen. In dieser Richtung unternommene tastende Versuche haben noch zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt.

Wenn wir nun abschließend fragen, welche Rolle das hier skizzierte Elementarteilchenproblem für die gegenwärtige Situation und die künftige Entwicklung der gesamten Physik spielt, so müssen wir die erstere erst kurz zu umreißen versuchen.

Es besteht wohl kein Zweifel darüber, daß wir die Physik der Elektronenhüllen von Atomen, Molekeln und größeren Atomkomplexen einschließlich ihrer Wechselwirkung mit der elektromagnetischen Strahlung quantitativ verstehen, d.h. alle in diesen Bereich der Physik fallenden Erscheinungen grundsätzlich in Übereinstimmung mit der Beobachtung vorausberechnen können. Der Bereich der normalen Kernphysik, d.h. Aufbau und Reaktionen der Atomkerne, ist zwar in großen Umrissen qualitativ, aber noch nicht quantitativ verstanden. Die Tatsache, daß z.B. die Bindungsenergie des Deuterons als des einfachsten zusammengesetzten Kernes ebensowenig berechnet werden kann wie die Reaktionsmöglichkeiten selbst der einfachsten Kerne, zeigt klar, wie weit wir von einer quantitativen Theorie der Atomkerne entfernt sind. Die Physik der Höhenstrahlung und allgemein der bei Kernstößen höchster Energie beobachteten Erscheinungen schließlich ist noch nicht einmal qualitativ verständlich: auf diesem Gebiet jagt noch eine wunderbare Entdeckung die andere und stellt die Physiker vor täglich neue, grundlegende Fragen.

Der enge Zusammenhang dieser hier grob skizzierten gegenwärtigen Situation der Physik mit unserer Kenntnis der Elementarteilchen ist offenbar: Die Physik der Elektronenhüllen und ihrer Wechselwirkung mit der Strahlung basiert auf dem von der DIRACschen Theorie richtig beschriebenen Verhalten der Elektronen und ihrer Wechselwirkung mit den Photonen, den Quanten des elektromagnetischen Feldes. Die Grundprobleme der Kernphysik wie die Kernbindung oder der β-Zerfall aber beruhen auf den Eigenschaften und der Wechselwirkung von Proton und Neutron. Deren Eigenschaften sind, wie schon erwähnt, viel weniger gut theoretisch faßbar als die des Elektrons, und ihre Wechselwirkung findet nicht durch das gut bekannte elektromagnetische Feld, sondern nach YUKAWA durch ein Mesonenfeld statt. Da das als Quant dieses Feldes anzusehende YUKAWA-Meson nach der Theorie sehr schnell in ein Elektron und ein oder mehrere Neutrinos zerfallen sollte, und keines der genauer bekannten Mesonen diese beiden Eigenschaften (Zerfallsart und hinreichend kurze Lebensdauer) besitzt, wissen wir noch nicht einmal *sicher*, welches der empirischen Mesonen mit dem YUKAWA-Teilchen zu identifizieren ist, und so ist aus unserer Elementarteilchenkenntnis verständlich, daß die quantitative Atomkerntheorie noch im argen liegt. Die Physik der Höhenstrahlprozesse und allgemein der Kernstöße höchster Energie endlich ist in Wirklichkeit eine Elementarteilchenphysik im strengsten Sinne. Da wesentliche Eigenschaften eines großen Teils der Mesonen und ihrer Wechselwirkungen miteinander und mit den anderen Elementarteilchen noch nicht oder nur in gröbsten Umrissen bekannt sind, scheint es klar, daß die Höhenstrahlphysik und die mit ihr verwandten Fragen noch kaum qualitativ angefaßt werden können.

Die Situation der Physik scheint also heute eng verwandt der vor 1914 und 1926, wo auch ein großes empirisches Material bzw. grundlegende Schwierigkeiten auf Klärung durch eine Erweiterung bzw. Neufassung der Theorie warteten. Das Jahr 1914 brachte dann mit dem Verständnis der Quantelung der Energie stationärer Systeme den Beginn der durch die Namen BOHR, SOMMERFELD und KOSSEL gekennzeichneten ersten Phase der Atomphysik. Die sich in dieser Phase zu Beginn der zwanziger Jahre immer mehr häufenden Schwierigkeiten fanden 1926 durch die Quantenmechanik und die in ihr enthaltene Klärung des Welle-Teilchen-Dualismus ihre Lösung. Die oben angedeuteten Schwierigkeiten der Kerntheorie und insbesondere der Elementarteilchenphysik schließlich können ihre Lösung erst von einer Erweiterung der Atomtheorie erwarten, die, wie die beiden vorhergehenden Entwicklungsstufen, grundsätzlich neue Elemente, unter ihnen wohl mit Sicherheit die gequantelte kleinste Länge und damit auch eine gequantelte kleinste Zeit, enthalten muß. So ist es nicht übertrieben, wenn wir feststellen, daß das Problem der Elementarteilchen den Schlüssel zu einer neuen Epoche der Physik enthält.

Literatur.

Aus der Fülle der Elementarteilchen-Literatur nennen wir als wichtige neuere Zusammenfassungen: HÖNL, H.: Feldmechanik des Elektrons und der Elementarteilchen. Ergebn. exakt. Naturwiss. **26**, 291 (1952). — FERMI, E.: Elementary Particles. New Haven: Yale University Press 1951.

Die neueste Mesonenforschung ist zusammengefaßt dargestellt in: THORNDIKE, A. M.: Mesons, A Summary of Experimental Facts. New York: McGraw-Hill 1952. — MARSHAK, R. E.: Meson Physics. New York: Mc Graw-Hill 1952.

Die grundlegenden Tatsachen über die Elementarteilchen und ihre Rolle in der Atomphysik sind zusammengefaßt in des Verfassers „Einführung in die Atomphysik", 2. Aufl. Heidelberg: Springer 1951.

Erlangen, Forschungslaboratorium der Siemens-Schuckertwerke A.G.

Eingegangen am 17. Dezember 1952.

Die Lipoide im chemischen Aufbau des Nervensystems*).

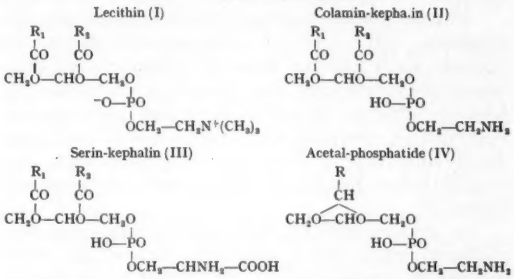
Von E. KLENK, Köln.

Seinem chemischen Aufbau nach zeichnet sich das Nervensystem durch eine augenfällige Besonderheit aus, die mit der funktionellen Sonderstellung desselben in unmittelbarem Zusammenhang stehen dürfte. In ihm sind die als integrierende Bestandteile des Protoplasmas anzusehenden fettartigen Stoffe, die sog. Zell-Lipoide, in so großen Mengen angereichert wie in keiner anderen Gewebsart.

Nach allem, was wir darüber wissen, sind die Zelllipoide an der Membranbildung maßgebend beteiligt. Die dadurch gegebene besondere Struktur ist offensichtlich auch die Voraussetzung für einige der allgemeinen Eigenschaften des Protoplasmas, so vor allem die Eigenschaft der Reizbarkeit und des Reizfortleitungsvermögens. Wenn im Nervengewebe diese Eigenschaften zur höchsten Vollkommenheit entwickelt sind, so dürfte dieses Ziel nicht zuletzt durch eine aufs höchste gesteigerte Differenzierung der strukturbildenden, lipoiden Elemente erreicht worden sein. In der Tat ist das Nervengewebe eine nach Mannigfaltigkeit und Reichhaltigkeit nicht ausschöpfbare Fundgrube für Lipoide, so daß von jeher die Erforschung derselben der eigentliche Inhalt der Nervenchemie war und auch bis auf den heutigen Tag geblieben ist.

Wenn wir uns nun zunächst kurz orientieren über den heutigen Stand unseres Wissens über die Chemie der Nervenlipoide, so sind an erster Stelle diejenigen zu nennen, die Glycerin-phosphorsäure als Baustein enthalten und unter dem Namen Glycerin-phosphatide zusammengefaßt werden können. Hierher gehört das altbekannte, schon vor über hundert Jahren von GOBLEY erstmals aus Eigelb gewonnene Lecithin und das zwei bis drei Jahrzehnte später von THUDICHUM aus Gehirn gewonnene Kephalin.

Bild 1: Glycerin-phosphatide.



Während Lecithin als eine wohlcharakterisierte Substanz anzusehen ist, ist das THUDICHUMsche Kephalin, wie sich erst neuerdings gezeigt hat, ein Konglomerat von ganz verschiedenartigen Phosphatiden. Die Verhältnisse lassen sich am besten an Hand der Formelbilder auseinander setzen. Sie sehen hier (Bild 1) zunächst die Formel des Lecithins (I), über deren Richtigkeit heute kaum mehr ein Zweifel bestehen kann. Die Glycerin-phosphorsäure ist mit zwei Molekeln höherer Fettsäuren verestert, und außerdem sitzt an der Phosphorsäure ebenfalls in esterartiger Bindung Cholin, dessen Acetylverbindung ja als wichtige Aktionssubstanz des Nerven fungiert. Die Phosphorsäure befindet sich in α-, nicht in β-Stellung des Glycerins, so daß die langen C-Ketten der Fettsäuren in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander stehen. Bei der hydrolytischen Spaltung des Lecithins erhält man als Spaltprodukte ein Gemisch von α- und β-Glycerin-phosphorsäure. Man hat daraus geschlossen, daß das natürliche Lecithin ein Gemisch der α- und β-Form ist. Diese Schlußfolgerung ist nicht richtig. Nach Untersuchungen von BAER [*1*] ist die β-Glycerinphosphorsäure sehr wahrscheinlich ein Kunstprodukt, das durch Verlagerung der Phosphorsäure während der Spaltung von der α- nach der β-Stellung des Glycerins entsteht.

*) Vortrag bei den Tagungen der Gesellschaften für Neurologie, Neurochirurgie und Physiologische Chemie (gemeinsame Sitzung) vom 25. bis 29. September 1952 in Hamburg.

Dem THUDICHUMschen Kephalin hat man lange Zeit hindurch die Formel II zugeschrieben. Die Substanz sollte sich also vom Lecithin nur dadurch unterscheiden, daß an Stelle von Cholin Colamin als N-haltiger Baustein tritt. FOLCH [2] hat aber neuerdings gezeigt, daß es außer dem Colamin-kephalin noch ein Serin-kephalin (III) gibt, und die Dinge wurden noch weiter kompliziert durch FEULGENS [3] Entdeckung der Acetal-phosphatide, die im Nervengewebe in besonders reichlichen Mengen vorkommen und die sich, wie wir [4] gefunden haben, in der Colamin-kephalinfraktion stark anreichern. Nach FEULGEN kommt den Acetal-phosphatiden die Formel IV zu. In ihnen sind also die Fettsäuren durch höhere Aldehyde ersetzt, die acetalartig mit dem Glycerin verbunden sind. Zwei Fettsäurereste sind jeweils durch einen Aldehydrest ersetzt. Den von FEULGEN und BERSIN und neuerdings auch von THANNHAUSER, BONCODDO und SCHMIDT [5] isolierten Substanzen kommt ohne Zweifel diese Konstitution zu. Nach den von uns gemachten Beobachtungen muß aber angenommen werden, daß die Acetal-phosphatide nicht in dieser Form, sondern in irgend welcher Kombination mit den colaminhaltigen Esterphosphatiden im Nervengewebe vorliegen. Manches spricht dafür, daß es Phosphatide, welchen die alte klassische Kephalinformel zukommt, überhaupt nicht gibt. Jedenfalls aber ist ihre Existenz bis jetzt noch nicht bewiesen.

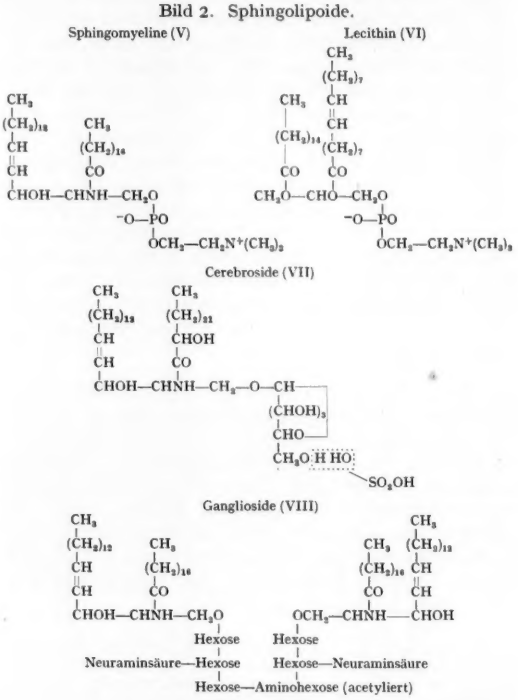
Was die Acetal-phosphatide betrifft, so möchte ich erwähnen, daß bisher nur solche bekannt waren, die Colamin als N-haltigen Baustein enthalten. Im Nervengewebe bilden diese ohne Zweifel den Hauptanteil. Kleinere Mengen von serinhaltigen sind nach unseren Befunden [4] ebenfalls vorhanden. Wohl aber fehlen die cholinhaltigen, welche wir übrigens in nicht unbeträchtlichen Mengen im Herzmuskel nachgewiesen haben [6].

Im übrigen sind die isolierten Lecithin- und Kephalinpräparate keine chemisch einheitliche Substanzen im strengen Sinne. Es handelt sich vielmehr fast immer um Substanzgemische, deren einzelne Komponenten sich durch die Natur der Fettsäuren voneinander unterscheiden. Es finden sich hier vor allem die Fettsäuren des Depotfetts, also Palmitin-, Stearin- und Ölsäure. Hinzu kommen aber auch hochungesättigte Fettsäuren mit 20- und 22-gliedriger C-Kette in nicht unbeträchtlichen Mengen [7]. Man könnte sich denken, daß diese Glycerin-phosphatide leicht ineinander übergehen, daß z.B. das Serinkephalin durch Decarboxylierung in das noch hypothetische Colamin-kephalin und dieses durch Methylierung in das Lecithin übergeht. In diesem Fall wäre zu erwarten, daß die Fettsäuren der verschiedenen Phosphatidgruppen miteinander übereinstimmen. Dies ist auch bis zu einem gewissen Grade der Fall. Jedoch bestehen bezüglich der gesättigten Fettsäuren bemerkenswerte Unterschiede. So findet sich im Lecithin unter den gesättigten Fettsäuren vorwiegend Palmitinsäure [6], im Serin-kephalin [4] vorwiegend Stearinsäure. Im Colamin-kephalin [4] dagegen sind beide gesättigten Fettsäuren in fast gleich großen Mengen vorhanden.

Die für diese Lipoide charakteristischen Eigenschaften, durch welche sie sich von fast allen anderen Protoplasmabestandteilen, vor allem von den Eiweißstoffen, unterscheiden, sind dadurch bedingt, daß bei ihnen stark hydrophobe und stark hydrophile Gruppen in einer und derselben Molekel vereinigt sind. Hydrophob sind die Kohlenwasserstoffreste der höheren Fettsäuren, hydrophil dagegen die ionisierbaren Reste der Cholin-, Colamin- und Serin-phosphorsäure. Die Reste haben amphotere Eigenschaften, und zwar überwiegt im Lecithin, wenn ich mich etwas weniger präzis ausdrücken darf, die stark basische Natur des Cholins gegenüber der verhältnismäßig schwach sauren Natur des Phosphorsäurerests, so daß das Lecithin sich wie eine schwache Base verhält oder mit anderen Worten der isoelektrische Punkt im schwach alkalischen Gebiet liegt. Das Serin-kephalin dagegen besitzt ausgesprochen saure Eigenschaften. Sein isoelektrischer Punkt liegt ziemlich weit im sauren Gebiet. Die colaminhaltigen Phosphatide nehmen zwischen den beiden anderen Gruppen eine Mittelstellung ein.

Das nächste Bild (Bild 2) zeigt Ihnen die Formeln einiger weiterer fettartiger Stoffe, die wir in noch viel höherem Maße als die Glycerin-phosphatide als spezifische Nervenlipoide ansprechen dürfen, womit aber keineswegs gesagt sein soll, daß sie nicht auch spurenweise in allen anderen Gewebsarten und Organen vorkommen. Es sind dies vor allem die ebenfalls schon von THUDICHUM entdeckten Sphingomyeline und Cerebroside, welche chemisch ganz besonders gut durchuntersucht sind, so daß heute ihre Konstitution bis auf geringfügige Kleinigkeiten als völlig geklärt angesehen werden kann. Die Sphingomyeline (V) sind auch Phosphatide. Statt Glycerin enthalten sie als charakteristischen Baustein einen zweiwertigen Aminoalkohol, das Sphingosin. Eine höhere Fettsäure ist amidartig mit dem Sphingosin verknüpft. Weiter ist eine der beiden alkoholischen Hydroxylgruppen des Sphingosins mit Cholinphosphorsäure verestert. Die

Bild 2. Sphingolipoide.



danebenstehende Formel des im Nervengewebe vorherrschenden Lecithins (Palmityl-oleyl-lecithin VI) zeigt die Ähnlichkeit der Molekelformen. Die Molekel enthält wiederum zwei stark hydrophobe Kohlenwasserstoffreste, einmal den Kohlenwasserstoffrest der höheren Fettsäure und andererseits den Kohlenwasserstoffrest des Sphingosins. Die Ähnlichkeit ergibt sich dadurch, daß das Sphingosin als ein Glycerinderivat aufgefaßt werden kann. Das im Nervengewebe vorherrschende Sphingomyelin enthält als Fettsäurekomponente Stearinsäure. Außerdem kommen in den Sphingomyelinen aber auch Fettsäuren mit 24-gliedrigen C-Ketten vor [*8*].

Den Sphingomyelinen stehen ihrerseits wieder die Cerebroside sehr nahe. Sie unterscheiden sich von den ersteren nur dadurch, daß der Cholin-phosphorsäurerest durch einen Zuckerrest ersetzt ist. Der Zucker ist Galaktose. Formel VII zeigt die Konstitution des im Nervengewebe vorherrschenden Cerebrosids, des von THIERFELDER als schön kristallisierte, reine Substanz aus Gehirn gewonnenen Cerebrons. Die Cerebroside enthalten fast ausschließlich Fettsäuren mit 24-gliedriger C-Kette. Wiederum enthält die Lipoidmolekel außer den beiden hydrophoben Kohlenwasserstoffresten eine stark hydrophile Gruppe, die allerdings nicht ionisierbar ist. Sie kann es aber dadurch werden, daß eine der Hydroxylgruppen des Zuckers mit Schwefelsäure verestert wird. Die Kenntnis dieser Schwefelsäureester der Cerebroside verdanken wir BLIX [*9*]. Es ist ihm gelungen, Cerebron-schwefelsäure aus Gehirn zu isolieren. Nach BLIX liegt etwa $^1/_4$ bis $^1/_5$ der Cerebrosidmenge des Gehirns in Form der Schwefelsäureester vor. Hier haben wir es demnach mit Lipoiden zu tun, deren hydrophile Gruppe einen außergewöhnlich stark elektro-negativen Charakter besitzt.

Bei dieser Gelegenheit darf ich vielleicht auch noch ganz kurz die zu dieser Gruppe von Lipoiden gehörenden Ganglioside erwähnen, welchen ich [*10*] erstmals bei der Untersuchung des Gehirns einiger Fälle von amaurotischer Idiotie begegnete. Die TAY-SACHSsche Form der amaurotischen Idiotie ist eine ausgesprochene Gangliosid-speicherkrankheit des Nervensystems. Die Substanz findet sich auch normalerweise im Nervengewebe, allerdings in sehr viel kleineren Mengen, und zwar nur in der grauen Substanz, in der weißen jedenfalls in nicht nachweisbaren Mengen. Bei dem vor kurzem von FOLCH und Mitarbeitern [*11*] unter dem Namen Strandin beschriebenen neuen Lipoid aus Gehirn handelt es sich nach unseren Feststellungen [*12*] ebenfalls um Gangliosid.

Die Konstitutionsaufklärung steckt noch in den ersten Anfängen. Das ziemlich schematisierte Formelbild VIII wird den bis jetzt bekannten Tatsachen am besten gerecht. Es besteht zweifellos eine nahe Verwandtschaft im chemischen Aufbau mit den Cerebrosiden und Sphingomyelinen, wie sich aus der Formel ergibt. Auch diesen letzteren begegnet man ja als Speichersubstanz bei bestimmten Lipoidosen. So sind die Sphingomyeline die Inhaltsubstanz der NIEMANN-PICK-Zellen [*13*], die Cerebroside die der GAUCHER-Zellen [*14*]. Dagegen ist eine krankhafte Speicherung von Glycerin-phosphatiden bis jetzt bemerkenswerterweise noch nie beobachtet worden.

Unser besonderes Interesse verdient auch die Kohlenhydratgruppe der Ganglioside. Als charakteristischen Baustein enthält sie Neuraminsäure [*15*], eine Polyoxyaminosäure, in welcher offensichtlich eine der Oxygruppen wie bei den Zuckern zur Carbonylgruppe oxydiert ist. Die Kohlenhydratgruppe als solche gleicht anscheinend der prosthetischen Gruppe mancher Glycoproteide. Wir [*16*] haben aus Submaxillaris- und Harnmucin Neuraminsäure in Form der charakteristischen, kristallisierten Methoxylverbindung isoliert. Auch eine gewisse Ähnlichkeit mit den Blutgruppensubstanzen ist unverkennbar. Kürzlich hat man auch eine ganze Reihe von zuckerhaltigen Lipoiden aufgefunden, die ihrer chemischen Natur nach eine Mittelstellung einnehmen zwischen den Gangliosiden und den Cerebrosiden. So haben wir [*17*] schon vor einigen Jahren aus der Rindermilz, außer den Gangliosiden, ein Cerebro-dihexosid erhalten. Aus dem Stroma der roten Blutkörperchen von Mensch und Rind erhielten wir [*18*] neuraminsäurefreie Glycolipoide, die offensichtlich Gemische von Tri-, Tetra- und anderen Poly-hexosiden sind und in welchen neben dem Neutralzucker auch Aminozucker vorkommen. Schließlich haben kürzlich japanische Forscher [*19*] aus dem Stroma von Pferdeblut ein hexosaminfreies Gangliosid erhalten, das Neuraminsäure[1]) und Hexosen im molaren Verhältnis 1:2 enthielt. Während sämtliche bisher aus Milz und Stroma gewonnenen Glycolipoide C_{24}Säuren (Lignocerinsäure und etwas Nervonsäure) als Fettsäurekomponenten enthalten, besteht das Fettsäuregemisch aus den Gehirngangliosiden vorwiegend aus Stearinsäure.

Schließlich möchte ich noch kurz auf die Lokalisation der einzelnen Lipoide im Nervensystem eingehen. Hier fehlt es bis jetzt allerdings noch an leistungsfähigen Methoden. Mit Hilfe der histologischen Methoden ist die Differenzierung nur in einigen wenigen Ausnahmefällen möglich, z.B. bei den Acetalphosphatiden. Die chemischen Methoden sind trotz aller Verfeinerungen bei der außergewöhnlichen Verflechtung der nervösen Elemente noch viel zu grob. So ist man über eine ziemlich oberflächliche Orientierung bis jetzt noch kaum hinausgekommen. Als ziemlich sicher darf gelten, daß die meisten der Lipoide in großen Mengen in den Markscheiden angereichert sind. Der Lipoidgehalt der Markscheiden dürfte einschließlich des Cholesterins, das ich hier nicht weiter berücksichtigt habe, über 80% der Trokkensubstanz ausmachen. Einige dieser Lipoide kommen nur in den Markscheiden vor, so vor allem die Cerebroside und Sphingomyeline. Auch Acetalphosphatide und Serin-kephalin dürften fast ausschließlich Bestandteile der Markscheiden sein. Colamin-kephalin und Lecithin scheinen sich auch auf die anderen Strukturelemente zu verteilen [*20*].

Dies ist im wesentlichen das, was wir heute über die Nervenlipoide, insbesondere über die Chemie derselben wissen. Das Ergebnis mußte über viele Generationen hinweg mit unendlicher Mühe und entsagungsvollster Kleinarbeit der schwierigen Materie abgerungen werden. Es ist so auch bis zu einem gewissen Grad verständlich, daß diese Arbeit vielfach für das Verständnis der Nervenfunktion als wenig fruchtbringend angesehen wurde. Im Zusammenhang mit den neuen Erkenntnissen über die Feinstruktur der Markscheiden wird man aber doch zu einer ganz

[1]) Die Prähämataminsäure der japanischen Forscher ist mit Neuraminsäure identisch [KLENK, E. u. H. WOLTER: Hoppe-Seylers Z. **291**, 259 (1953)].

anderen Auffassung kommen müssen. Nach SCHMITT und BEAR [21] bestehen die Markscheiden aus einer großen Zahl von übereinander gelagerten, sehr dünnen Lipoid- und Eiweißschichten, die zylindrisch den Achsenzylinder umschließen (Fig. 1). Die Lipoide sollen in einer molekularen Doppelschicht so ausgerichtet sein, daß die hydrophoben Gruppen mit den langgestreckten Kohlenstoffketten in radiärer Stellung den inneren Teil der Schicht bilden, während

Fig. 1. Schema des Feinbaues der Markscheide einer Nervenfaser. E = Eiweißschichten; L = Lipoidschichten. (Nach SCHMIDT [22].)

Fig. 2. Asymmetrische dimolekulare Lipoidmembran. Äußere Lage: Lecithin oder Sphingomyelin. Innere Lage: Serin-kephalin oder Schwefelsäureester der Cerebroside.

die hydrophilen Gruppen nach außen gerichtet sind und in die angrenzende wäßrige Eiweißschicht hineinragen. Die Lipoidmolekeln haben schon von vornherein, allein auf Grund ihrer eigenartigen chemischen Konstitution, die Tendenz, sich in dieser Weise auszurichten. Dies kommt auch in ihrer Neigung zur Bildung von Myelinformen zum Ausdruck.

Man braucht nun nur noch einen kleinen Schritt weiterzugehen und anzunehmen, daß in einer solchen dimolekularen Membran die Lipoide von verschiedenem isoelektrischem Punkt auf den entgegengesetzten Seiten angeordnet sind, also das elektro-positive Lecithin oder Sphingomyelin auf der einen, das elektronegative Serin-kephalin und die Schwefelsäureester der Cerebroside auf der anderen, so wird diese Membran zum Sitz einer beachtlichen Potentialspannung (Fig. 2). Durch oftmalige Übereinanderlagerung derartiger elektrischer Doppelschichten müßte es möglich sein, das Potential noch wesentlich zu steigern. Es wäre so auch das Vorhandensein eines Ruhepotentials und damit die stetige Bereitschaft der Nerven, Erregungen weiterzuleiten, verständlich. Membranen dieser Art könnten außerdem für die Permeabilität der Nerven (und der lebenden Zelle ganz allgemein) von großer Bedeutung sein.

Es liegt mir aber fern, eine neue Theorie der Reizleitung im Nerven aufzustellen. Ich wollte nur zeigen, in welcher Weise man in dieser Hinsicht vielleicht wieder einen Schritt weiter kommen kann. Um das Ziel zu erreichen, muß es von allen Seiten und mit den verschiedensten Methoden angegangen werden. Ebenso wie bei so vielen anderen grundlegenden biologischen Problemen wird auch im vorliegenden Fall die genaue Kenntnis der chemischen Natur der Strukturelemente gewiß etwas zum Erfolg beitragen können.

Literatur.

[1] BAER, E., and M. KATES: J. of Biol. Chem. **185**, 615 (1950). — [2] FOLCH, J.: J. of Biol. Chem. **139**, 973 (1941); **146**, 35 (1942); **174**, 439 (1948); **177**, 497 (1949). — [3] FEULGEN, R., u. TH. BERSIN: Hoppe-Seylers Z. **260**, 217 (1939). — [4] KLENK, E., u. P. BÖHM: Hoppe-Seylers Z. **288**, 98 (1951). — [5] THANNHAUSER, S. J., N. F. BONCODDO and G. SCHMIDT: J. of Biol. Chem. **188**, 417, 427 (1951). — [6] KLENK, E., H. DEBUCH, H. DAUN u. G. GEHRMANN: Noch unveröffentlicht. — [7] KLENK, E.: Hoppe-Seylers Z. **200**, 51 (1931). — KLENK, E., u. W. BONGARD: Hoppe-Seylers Z. **291**, 104 (1952). — [8] MERZ, W.: Hoppe-Seylers Z. **193**, 59 (1930). — RENNKAMP, F.: Hoppe-Seylers Z. **284**, 215 (1949). — [9] BLIX, G.: Hoppe-Seylers Z. **219**, 82 (1933). — [10] KLENK, E.: Hoppe-Seylers Z. **235**, 24 (1935); **262**, 128 (1939); **267**, 128 (1940). — Chem. Ber. **75**, 1633 (1942). — [11] FOLCH, J., S. ARSOVE and J. A. MEATH: J. of Biol. Chem. **191**, 819 (1951). — [12] DAUN, H.: Diss. Köln 1952. — [13] KLENK, E.: Hoppe-Seylers Z. **229**, 151 (1934); **235**, 24 (1935); **262**, 128 (1939). — [14] LIEB, H.: Hoppe-Seylers Z. **140**, 305 (1924); **170**, 60 (1927). — [15] KLENK, E.: Hoppe-Seylers Z. **268**, 50 (1941). — [16] KLENK, E., u. K. LAUENSTEIN: Hoppe-Seylers Z. **291**, 147 (1952). — [17] KLENK, E., u. F. RENNKAMP: Hoppe-Seylers Z. **273**, 253 (1942). — [18] KLENK, E., u. K. LAUENSTEIN: Hoppe-Seylers Z. **288**, 220 (1951); **291**, 249 (1953). — [19] YAMAKAWA, T., and SH. SUZUKI: J. of Biochem. **38**, 199 (1951). — [20] BRANTE, G.: Acta physiol. scand. [Stockh.] **18**, Suppl. 63 (1949). — [21] SCHMITT, F. O., and R. S. BEAR: Biol. Rev. Cambridge **14**, 27 (1939). — [22] SCHMIDT, W. J.: Z. wiss. Mikrosk. **54**, 159 (1937).

Aus dem Physiologisch-Chemischen Institut der Universität Köln.

Eingegangen am 6. November 1952.

Orogenesen und Eiszeiten.
Zur Ursache des Klimawechsels in der Erdgeschichte*).

Von MARTIN SCHWARZBACH, Köln.

Zusammenfassung.

Als Hauptursache des Klimawechsels in der Erdgeschichte werden vielfach die großen Gebirgsbildungen angesehen (W. RAMSAYS „Reliefhypothese"). Eine genauere Betrachtung zeigt aber, daß die Zusammenhänge zwischen Orogenesen und Eiszeiten gar nicht so eng sind, wie es meist angenommen wird, weder zeitlich (Eiszeiten sind gegenüber den gebirgsbildenden Vorgängen zum Teil von ganz anderer zeitlicher Lage) noch räumlich (Vereisungen haben ihre Hauptentwicklung nicht in den Regionen, die von Orogenesen betroffen werden). Wahrscheinlich schaffen die wechselnden paläogeographischen Verhältnisse nur eine gewisse „Eiszeitbereitschaft"; die eigentliche Ursache des großen Klimawandels liegt aber wohl in anderen, vielleicht extraterrestrischen Faktoren.

*) Nach einem auf dem 19. Internationalen Geologenkongreß in Algier (September 1952) gehaltenen Vortrage.

Seit mehr als 250 Jahren weiß man, daß im Laufe der Erdgeschichte das Klima mehrfach gewechselt hat. Die großen Klimagürtel — Tropenzone, Wüstengürtel, gemäßigte Zone, polar-arktische Zone — hatten zeitweise eine völlig andere Lage und Ausdehnung als heute, ja, die arktische Zone ist zeitweise überhaupt nicht vorhanden gewesen. Die Größe dieser Klimaschwankungen läßt sich vielfach einigermaßen genau ermitteln. Die Tabelle 1 zeigt sie für die Temperaturen Mitteleuropas.

Demnach hatten wir im Glazial eine um 10° niedrigere Durchschnittstemperatur, im Oligozän etwa 10° mehr als heute, so daß allein im Zeitabschnitt vom

Tabelle 1. *Größe der Klimaschwankungen in Deutschland* (Jahresmittel der Temperatur).

Heute		7–10°	Schwankung etwa 25–30°
Quartär, glazial	etwa	0°	
Älteres Tertiär	etwa	20°	
Mesozoikum, Paläozoikum, zeitweise wohl		25–30°	

älteren Tertiär bis heute die mittlere Jahrestemperatur um 20° geschwankt hat. Nehmen wir noch das Vortertiär hinzu, so wird man wohl sicher mit Schwankungen von 25 oder 30° rechnen müssen. In manchen Gebieten der Erde wird diese Spanne nicht ganz so groß, in anderen aber vielleicht auch noch größer gewesen sein.

Viele Hypothesen versuchen — ebenfalls seit mehr als 250 Jahren —, diese Tatsachen zu erklären. Unter ihnen stehen die sog. „*Reliefhypothesen*" auch heute noch besonders im Vordergrund. Ich möchte darunter ganz allgemein alle Hypothesen verstehen, die annehmen, daß das wechselnde Erdbild (also die Gesamtheit der paläogeographischen Verhältnisse) von primärer Bedeutung für den Klimawandel sei. Mit dieser Begriffsbestimmung sind bei den Reliefhypothesen zwei etwas verschiedene Faktoren miteinander vereinigt, nämlich 1. das Vorhandensein und die Ausdehnung von großen Gebirgen, und 2. zugleich auch die Verteilung von Land und Meer. Das erste betrifft vorwiegend die orogenetische Entwicklung der Erde, allerdings mit Einschluß der auf die Faltung folgenden Heraushebung, das zweite die rein epirogenetische. Beide Male kommen aber auch andere, kleinere Faktoren hinzu, wie z.B. die eustatischen Meeresspiegelschwankungen.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß zwischen Paläogeographie und Klima engste Beziehungen bestehen. Das zeigt — wenn wir uns zunächst der *wechselnden Verteilung von Land und Meer* zuwenden — jede Karte der heutigen Isothermen, Isobaren, Isohyeten usw. mit aller wünschenswerten Deutlichkeit. CHARLES LYELL hat diesen Gedanken im vorigen Jahrhundert zum erstenmal eingehend durchgeführt und in Kärtchen veranschaulicht.

Wenn man — so sagte LYELL — die heutigen Kontinente anders anordnet, würde man je nachdem höhere oder tiefere Temperaturen auf der Erde erhalten: höhere, wenn alle Landmassen am Äquator vereinigt sind; tiefere, wenn sie an den Polen liegen. Ich erwähne diese Kärtchen LYELLs nur aus historischen Gründen. Denn so einfach, wie er glaubte, liegen die Verhältnisse nicht, und bei der Erklärung der Gondwanavereisungen im Permokarbon gehen manche heutigen Forscher fast von entgegengesetzten Annahmen aus; sie betrachten nämlich große Kontinente im Äquatorialgebiet als günstige Voraussetzung für Gletscherbildung.

Wie groß der Einfluß großer Land- oder Wassermassen auf das örtliche Klima oder selbst das Klima von Kontinenten sein kann, zeigen die *Jahresmittel auf ein- und demselben Breitenkreis*; sie können sich bei der Temperatur um viele Grad, in einzelnen Fällen um 15° und mehr unterscheiden. Betrachtet man aber in der Tabelle 2 der *durchschnittlichen* Breitenkreistemperaturen vergleichend die entsprechenden Breitenkreise der Nord- und Südhalbkugel, so zeigt sich sehr klar, daß der Einfluß der Land- und Wassermassen auf die Gesamttemperaturverhältnisse der Erde doch relativ klein ist.

Tabelle 2. *Durchschnittliche Breitenkreistemperaturen* (nach MEINARDUS).

Geographische Breite	Januar (im S: Juli)	Juli (im S: Januar)	Jahresmittel	Jahresschwankung[1])
90° n. Br.	−41	−1	−22,7	40
60° n. Br.	−16,1	14,1	− 1,1	30,2
30° n. Br.	14,5	27,3	20,4	12,8
0°	26,4	25,6	26,2	0,8
30° s. Br.	14,7	21,9	18,4	6,9
60° s. Br.	−10,3	1,2	− 4,1	11,5
90° s. Br.	−42	−11	−30	31

Besonders die Jahresmittel sind recht ähnlich, trotz größter Verschiedenheit der Land- und Meerverteilung. Sie unterscheiden sich — abgesehen von den Polen — nur um ganz wenige Grad. Nur die Julimittel und damit die Jahresschwankungen zeigen größere Unterschiede, und zwar in dem Sinne, daß die Südhemisphäre ein eiszeitgünstigeres Klima hat.

Vergleichen wir diese heutigen Verhältnisse mit den Klimaschwankungen der Vorzeit, so sehen wir, daß der paläoklimatologische Schwankungsbereich der Jahrestemperaturen an ein und demselben Ort ein Vielfaches von dem beträgt, was wir heute als Unterschied der landreichen Nord- und der wasserreichen Südhalbkugel finden. Aber auch die örtlichen Differenzen eines heutigen Breitenkreises, selbst so extreme wie etwa zwischen Westeuropa und Innersibirien, bleiben noch erheblich unter den zeitlich aufeinanderfolgenden Klimaschwankungen der Erdgeschichte. *Das zeigt, daß es nicht so einfach ist, nur die wechselnde Land- und Meeresverteilung zur Erklärung der vorzeitlichen Klimaverhältnisse heranzuziehen.* Auf alle Fälle ist der tatsächliche Einfluß dieser paläogeographischen Faktoren auf das Klima kaum exakt festzulegen, trotz der Bemühungen, die sich vor allem KERNER-MARILAUN gegeben hat, und trotz der guten Ergebnisse von C. E. P. BROOKS für kleine räumliche und zeitliche Bereiche, etwa das Postglazial im Ostseegebiet. Dazu ist das Ganze viel zu komplex; man denke nur daran, in welch unvorherzusehender Weise die Meeresströmungen beeinflußt werden! Es kommt hinzu, daß paläogeographische Weltkarten — es sei nur an die Deutung der heutigen Ozeangebiete erinnert — außerordentlich unsicher sind.

Ich fasse zusammen: Die wechselnde Land-Meer-Verteilung hat ohne Zweifel großen Einfluß auf das Klima gehabt, aber es scheint, daß die Klimaschwankungen der Vorzeit größer seien als die Klimaunterschiede, die heute auf diese Weise erklärt werden können.

Wir kommen zum zweiten großen Faktor der Reliefhypothesen, den *Gebirgen*, also zu den Reliefhypothesen im engeren Sinne. Sie knüpfen sich vor allem an den Namen von WILHELM RAMSAY. Miotherme (weniger warme) und pliotherme (mehr warme) Zeiten sind seiner Meinung nach mit Zeiten bewegten oder flachen Reliefs gekoppelt.

Auch da ist zunächst festzustellen, daß die heutigen Gebirge ohne Zweifel wichtige Klimabildner sind. Man braucht nur an die vergletscherten Hochgebirge im Tropengürtel oder an die Trockengebiete auf der Leeseite großer Gebirge zu denken. Aber dieser Einfluß ist im ganzen doch weniger groß als der Einfluß anderer Faktoren. Die großen Wüstengebiete der

[1]) Eine neuere Darstellung der Jahresschwankungen durch H. LAUTENSACH [Peterm. Geogr. Mitt. **96**, 145ff. (1952)] zeigt zum Teil ein wenig abweichende Werte.

Erde z. B. sind im allgemeinen *nicht* durch Gebirge, sondern vor allem durch die planetarische Luftdruckverteilung und die großen Landmassen bestimmt. Das dürfte auch in der Vorzeit nicht anders gewesen sein.

Trotzdem scheinen gewisse Zusammenhänge zwischen Orogenesen und Klima zu bestehen, und gerade diese hat RAMSAY und haben andere stark hervorgehoben. Es ist die bekannte und viel erwähnte *zeitliche Parallelität*: auf die variszische Gebirgsbildung folgen die permokarbonischen Vereisungen, auf die alpidische folgt das quartäre Eiszeitalter. Man kann das schematisch darstellen, wie es etwa BROOKS getan hat, und erhält das verblüffend einfache Bild der Fig. 1. Dabei sind außer den eben erwähnten auch

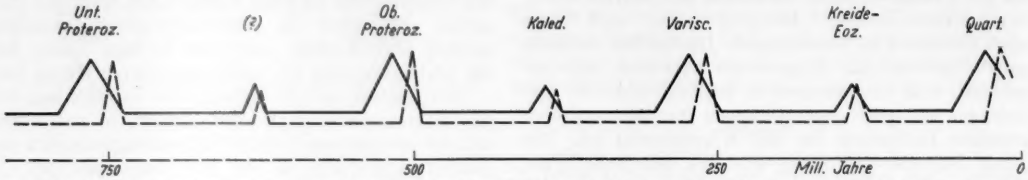


Fig. 1. Gebirgsbildungen (ausgezogene Kurve) und Eiszeiten (gestrichelt) in stark schematischer Darstellung nach C. E. P. BROOKS 1950 (Fig. 23, umgezeichnet). Die Schematisierung läßt ein zu einfaches Bild entstehen, das nicht ganz der vielfältigen Wirklichkeit gerecht wird. Man vergleiche mit Fig. 2.

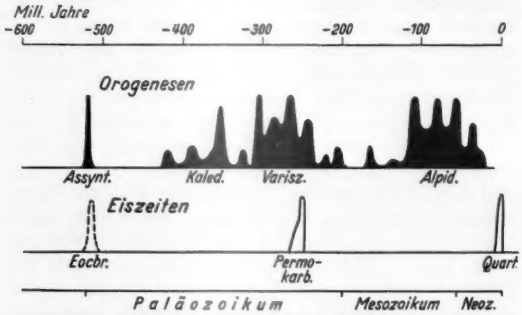


Fig. 2. Gebirgsbildungen und Eiszeiten in der Erdgeschichte, wenig schematisiert. Einige kleinere, unsichere „Eiszeiten" und der nicht minder unsichere vorcambrische Zeitabschnitt sind weggelassen. Keine engeren zeitlichen Beziehungen. Man vergleiche mit Fig. 1.

noch einige andere Gebirgsbildungen mit berücksichtigt und ihnen ebenfalls Eiszeiten zugeordnet.

Diese letzteren Eiszeiten wollen wir freilich von vornherein außer acht lassen, da ihre Spuren zu unsicher oder zeitlich nicht genau datierbar sind. Daß es sich z. B. im Unterdevon oder im Eozän um eine weltweite Gletscherbildung gehandelt hat, ist auf jeden Fall ganz unwahrscheinlich.

Aber auch in den beiden anderen Fällen sind die Beziehungen nicht so eng, wie man meist annimmt, weder räumlich noch zeitlich.

Die *räumliche Diskrepanz* ist am deutlichsten im Jungpaläozoikum. Die Hauptgebiete der variszischen Faltung liegen in Nordeuropa, die großen Vereisungen dagegen auf der Südhemisphäre. Orogenesen und Vereisungsgebiete schließen sich also beinahe aus, sie treten vikariierend auf. Auch im Quartär sind die räumlichen Zusammenhänge wenig eng. Tatsächlich ist ja auch eigentlich gar nicht zu erwarten, daß Hochgebirge besonders günstig für Inlandeisvergletscherung seien, wie vor kurzem B. BROCKAMP[1]) noch einmal betont hat; das steile Relief wie auch der hohe Wärmestrom ihrer Gesteinsschichten wirken großer Eisanhäufung entgegen. Eher sind in dieser Beziehung die alten Schilde begünstigt, und tatsächlich erscheinen diese ja mehrfach als Inlandeiszentren.

Ich fasse auch hier zusammen: Weder auf deduktivem Wege noch rein empirisch-induktiv läßt sich ein enger räumlicher Zusammenhang zwischen Orogenesen und großen Vereisungen finden.

Wie ist es nun mit dem *zeitlichen Zusammenhang*, der in dem Schema von BROOKS und anderen so augenfällig zum Ausdruck kommt?

Da ist vor allem darauf hinzuweisen, daß die großen Faltungsären als ganze keine kurzfristigen Ereignisse sind, sondern sich aus zahlreichen Einzelphasen zusammensetzen. Dabei ist die Faltungsgeschichte der einzelnen Gebiete ganz verschieden, und die Hauptfaltungen dort und hier können um Jahrzehnmillionen auseinanderliegen. Es ist also irreführend, wenn ganz schematisch z. B. im Tertiär *eine* Gebirgsbildungszacke eingezeichnet wird. Vielmehr muß man eine solche große Zacke in zahlreiche einzelne Zacken auflösen, die sich über einen langen Zeitraum verteilen. Das ist in Fig. 2 geschehen, wobei einfach das Schema HANS STILLEs in der Form verwendet wurde, wie es im Lehrbuch von BRINKMANN angegeben ist. Und nun ist die Beziehung zu den Eiszeiten weit weniger auffällig; es ist nun nicht mehr recht verständlich, warum gerade an der Wende Karbon—Perm oder im Quartär für kurze Zeit eine weltweite Abkühlung einsetzte. Ja, wenn wir beachten, daß die Faltungsären zu einer Vergrößerung der Landgebiete führten, so wäre klimatisch sogar eigentlich das Umgekehrte zu erwarten; das ergibt sich deutlich aus den heutigen Sommertemperaturen der Nord- und Südhalbkugel in der am Anfang erwähnten Tabelle 1.

In dem Schema sind nun allerdings die tektonischen Phasen der Gebirgsbildung dargestellt, *nicht* die morphologischen; für die Eiszeitentstehung kommen aber natürlich — wenn überhaupt — nur die letzteren in Frage. Doch nach allen Erfahrungen ist die morphologische Heraushebung so eng mit dem tektonischen Ereignis der Faltung gekoppelt, daß unser Schema im großen und ganzen für unsere Zwecke verwendet werden kann. *Ich fasse wiederum zusammen: Auch die zeitlichen Beziehungen zwischen Orogenesen und Eiszeiten sind keineswegs so eng, wie man das gewöhnlich darstellt, denn die Faltungen verteilen sich — örtlich ganz verschieden — auf Zeiträume, die weit länger sind als die Eiszeiten oder „Eiszeitalter".* Wir müssen annehmen, daß die paläogeographischen Verhältnisse — abgesehen vom Klima — vor- und nachher nicht viel anders gewesen sind als zur Zeit der Vereisungen; weder die Verteilung von Land und Meer noch die Ausdehnung der Gebirgszüge waren vor und nach den

[1]) BROCKAMP, B.: Neues Jb. Geol. Paläont. Mh. 1952, 298.

Vereisungen wesentlich verschieden. Ein akuter Anlaß für Inlandeisbildung außergewöhnlichen Ausmaßes oder selbst nur für initiale Eisbildung an den Polen im Sinne der Vorstellungen von C. E. P. BROOKS kann in der Reliefgeschichte der Erde kaum gefunden werden.

Ich sagte eben, daß nichts auf einen „akuten" Zusammenhang zwischen Orogenesen und Eiszeiten hindeute. Wohl aber muß natürlich die Entstehung großer Gebirge ganz allgemein das meteorologische und damit das klimatologische Bild der Erde beeinflussen. Viele Faktoren wirken da zusammen. Nach den Ergebnissen der modernen Meteorologie kann man mit ERNST FLOHN etwa annehmen, daß die Gebirgsbildung bestimmend auf die atmosphärische *Zirkulation* einwirkt, und es mag gegen Ende des Tertiärs allmählich die zonale Zirkulation der Warmzeiten durch die meridionale der Kaltzeiten ersetzt worden sein. Für ein — geologisch gesprochen — *plötzliches* Erscheinen der Eiszeiten gibt es aber wohl auch bei dieser Annahme keine Hinweise, ganz abgesehen davon, daß der mehrfache rasche *Wechsel* von Glazial- und Interglazialzeiten so nicht erklärt werden kann. Das letztere gilt übrigens für alle Reliefhypothesen.

So möchte ich glauben, daß zwar tatsächlich zwischen Orogenesen und Eiszeiten Kausalzusammenhänge bestehen, aber nur in dem Sinne, daß eine gewisse *„Eiszeitbereitschaft"* geschaffen wurde, also eine gewisse Disposition für große Vergletscherungen. Die primäre Auslösung der Eiszeiten dagegen möchte ich nicht dem Relief der Erde, sondern anderen Ursachen zuschreiben. Mir scheint, daß dabei am ehesten wechselnde Sonnenstrahlung in Frage kommt, und zwar *nicht* im Sinne der „Strahlungskurven" (MILANKOWITSCH u. a.), sondern *primärer* Wechsel. Wenn beides — geringe Sonnenstrahlung und günstige paläogeographische Verhältnisse — im gleichen Sinne zusammenwirken, dann konnten große Vereisungen entstehen. Ich schließe mich also weitgehend den Anschauungen von R. F. FLINT und seiner „solar-topographic hypothesis" an. Allerdings glaube ich, daß man auch mit weiteren Faktoren rechnen muß, so im Paläozoikum auch mit einer gewissen Drift der Kontinente; aber auf diese verwickelten Fragen sei hier nicht näher eingegangen, da sie an anderer Stelle bereits eine ausführliche Erörterung gefunden haben.

Literatur.

Die wichtigste Literatur ist zitiert in SCHWARZBACH, M.: Das Klima der Vorzeit, 211 S. Stuttgart: Ferdinand Enke 1950. — Von sonstigen neueren Zusammenfassungen sind besonders bedeutungsvoll: ZEUNER, F. E.: The Pleistocene period. London 1945. FLINT, R. F.: Glacial geology and the Pleistocene epoch. New York 1947. BROOKS, C. E. P.: Climate through the ages, 2. Aufl. London 1950, ferner das unter der Schriftleitung von M. SCHWARZBACH herausgegebene 2. Klimaheft der Geol. Rundschau (Bd. 40, H. 1), Stuttgart 1952.

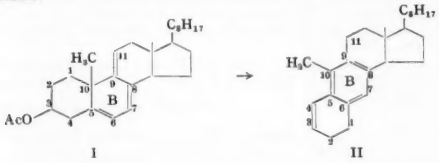
Geologisches Institut der Universität Köln.

Eingegangen am 16. Januar 1953.

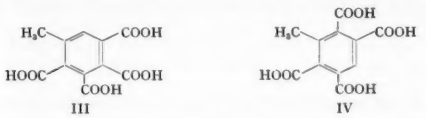
Untersuchungen an Steroiden.

Von H. H. INHOFFEN, Braunschweig.

Wie W. R. NES und E. MOSETTIG[1]) soeben in einer kurzen Notiz bekanntgegeben haben, wird Dehydro-ergosterylacetat (I) unter der Einwirkung von Chlorwasserstoff in ein Anthracenderivat (II) umgelagert, wobei gleichzeitig eine Aromatisierung des Ringes B stattfindet. Diese höchst bemerkenswerte und interessante Reaktion gibt mir Veranlassung, einige der seit 1932 bekannt gewordenen Aromatisierungsreaktionen im Zusammenhang und im Lichte dieses neuen Ergebnisses zu diskutieren.



Das neue Umlagerungsprodukt (II) gibt beim Abbau mit konz. Salpetersäure genau wie der Ausgangsstoff (I) die gleiche Methylbenzoltetracarbonsäure, die von REINDEL und NIEDERLÄNDER[2]) aus Ergosterin erhalten wurde, und für die ich seinerzeit die beiden möglichen Formeln, nämlich 1-Methylbenzol-2.3.4.5-tetracarbonsäure (III) bzw. 1-Methylbenzol-2.3.5.6-tetracarbonsäure (IV) angegeben hatte[3]). In der Folgezeit ist dann von mir und von anderer Seite ohne besondere Begründung der Formel III der Vorzug gegeben worden.

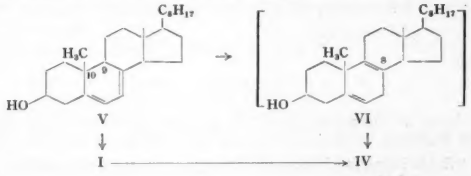


Damals kam es uns hauptsächlich darauf an, festzustellen, welche Sterinderivate die Abbausäure geben und welche nicht. Die Bildung der Abbausäure haben wir als einen Hinweis auf das Vorliegen eines dem Ergosterin verwandten ungesättigten System angesehen.

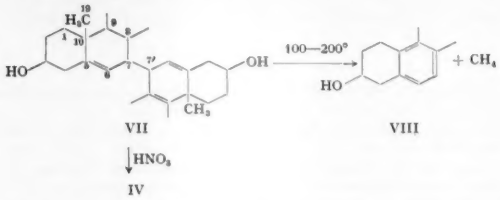
Wie NES und MOSETTIG nun ohne jeden Zweifel bewiesen haben, kommt dieser Säure die Struktur der 1-Methyl-2.3.5.6-tetracarbonsäure (IV) zu, und die endgültige Festlegung ihrer Konstitution erweist sich jetzt für das Verständnis einer Reihe von Aromatisierungsvorgängen als wichtig[4]).

Die Öffnung der Bindung C_{10}—C_1 und der neue Ringschluß C_1—C_6 ist sicher die richtige Deutung für die von NES und MOSETTIG aufgefundene Reaktion. Man kann noch hinzufügen, daß hier wieder ein bemerkenswertes Beispiel für die Gültigkeit der STAUDINGER-SCHMIDTschen Doppelbindungsregel vorliegt: Die C_{10}—C_1-Bindung wird durch den unmittelbaren Einfluß der Doppelbindungen 5,6 und 9,11 gelockert, während die entferntere 7,8-Doppelbindung kaum Einfluß haben dürfte.

Wie sind nun die übrigen Befunde in diesem Zusammenhang zu verstehen? Ergosterin (V) liefert die gleiche Abbausäure, obwohl durch das Doppelbindungssystem 5,6 und 7,8 additiv lediglich die Bindung 9,10 gelockert wird, was für die Öffnung dieser Bindung durch ultraviolettes Licht als hauptverantwortlicher konstitutioneller Faktor anzusprechen ist. Für die Bildung der Abbausäure mittels Salpetersäure muß man daher wohl annehmen, daß dem eigentlichen Abbau eine Dehydrierung in 9,11-Stellung (V → I) oder eine Verlagerung der 7,8-Doppelbindung in die 8,9-Lage (V → VI) vorausgeht und die NES-MOSETTIG-Umlagerung sich unmittelbar anschließt. Von diesen beiden Möglichkeiten möchte ich hier der ersteren (V → I → IV) den Vorzug geben.

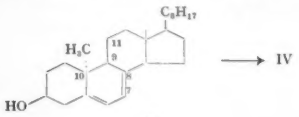


Daß jedoch auch die zweite Möglichkeit zum Zuge kommen kann, möchte ich daraus schließen, daß das „Ergopinakon" ebenfalls die Abbausäure liefert[5]). Die heute gültige — wenn auch nicht streng bewiesene — Konstitution des Ergopinakons (VII)[6]) weist Doppelbindungen zwischen den C-Atomen 5,6 und 8,9 auf, die — gleichfalls im Sinne der STAUDINGER-SCHMIDTschen Doppelbindungsregel — sowohl die Bindung $C_{10}-C_{19}$ und damit die anguläre Methylgruppe als auch die Bindung 7,7′ so stark lockern, daß es bei der thermischen Aromatisierung bereits ab 100° zu dem bemerkenswerten Zerfall in Neo-ergosterin und Methan kommt (VII → VIII)[5]). Die Salpetersäure-Aromatisierung (VII → IV) ist daher ohne Zweifel so zu verstehen, daß hierbei nicht die Bindung $C_{10}-C_{19}$, sondern die gleichfalls geschwächte 10,1-Bindung geöffnet wird, und daß es unter gleichzeitiger Sprengung der Dimol-Bindung 7,7′ zur Bildung der Abbausäure kommt. Für die NES-MOSETTIG-Umlagerung wären hiernach unmittelbar zwei Doppelbindungssysteme geeignet: 5,6—8,9 und 5,6—(7,8)—9,11 sowie mittelbar 5,6—7,8.



Auch das Lumisterin (IX)[7]) liefert beim Salpetersäureabbau die Methylbenzoltetracarbonsäure[3]). Ich erinnere mich genau an die Zweifel, die Prof. WINDAUS zunächst äußerte, als ich ihm die auffallend geringe Ausbeute angab. Aber die zweimalige Wiederholung des Versuchs lieferte die Abbausäure in der gleichen geringen Ausbeute.

Dieser Ausbeuteunterschied deutet darauf hin, daß die sterischen Verhältnisse am C-Atom 10 auch für den Ablauf dieser Reaktion von Bedeutung zu sein scheinen.



IX

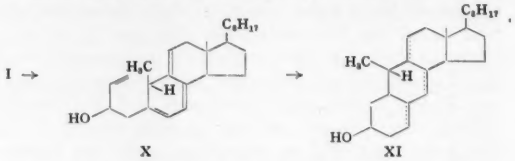
Im Lumisterin, mit der α-ständigen C_{10}-Methylgruppe, müßte also entweder eine Dehydrierung zwischen C_9 und C_{11} schwieriger vor sich gehen oder, was mir wahrscheinlicher scheint, eine Verschiebung der 7,8-Doppelbindung in die 8,9-Lage erschwert sein. Diese letztere Annahme steht in guter Übereinstimmung mit dem Befund, daß Lumisterin kein dem Ergosterin analoges Disteroid liefert. Die festere Lage der 7,8-Doppelbindung im Lumisterin wird verständlich, wenn man bedenkt, daß zur Bildung von Tachysterin bzw. Vitamin D_2 durch Ultraviolett die 9,10-Bindung geöffnet werden muß[8]).

Wir haben hier anscheinend weitere interessante Zusammenhänge zwischen der Feinstruktur und dem chemischen Verhalten der Steroide vor uns.

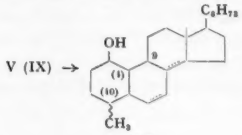
Die vorstehend besprochenen Resultate und Gedankengänge führen zu folgenden Fragestellungen:

1. Läßt sich Ergopinakon säure-katalytisch prinzipiell nach NES und MOSETTIG zu einem Di-anthracen-Derivat umlagern, und wird hierbei auch die 7,7′-Bindung gesprengt?

2. Wird bei der Ultraviolettbestrahlung des Dehydroergosterins[9]) gleichfalls die 10—1-Bindung geöffnet und wird ein neuer Ring nach NES-MOSETTIG gebildet (I → X → XI)?



3. Wird beim Ergosterin und Lumisterin durch Chlorwasserstoffsäure neben der Bildung der Iso-sterine durch Doppelbindungsverschiebung auch zum Teil die 9,10-Bindung geöffnet und ein neuer Ring 4,9 (XII) geschlossen?



XII

4. Findet beim Dehydro-lumisterin nur die NES-MOSETTIG-Umlagerung statt, oder kann auch die Methylgruppe wandern? Daß beide Möglichkeiten in Betracht zu ziehen sind, zeigt z. B. der verschiedene Verlauf der Dienon-Phenol-Umlagerung, die bei Steroid-$\Delta^{1,4}$-dienonen-3 unter Öffnung der 9,10-Bindung erfolgt, während bei den $\Delta^{1,4,6}$-Trienonen die Methylgruppe wandert.

Organisch-Chemisches Institut der Technischen Hochschule Braunschweig.

Eingegangen am 3. Juli 1953.

[1]) NES, W. R., u. E. MOSETTIG: J. Amer. Chem. Soc. **75**, 2787 (1953).
[2]) REINDEL, F., u. K. NIEDERLÄNDER: Liebigs Ann. Chem. **482**, 264 (1930).
[3]) INHOFFEN, H. H.: Liebigs Ann. Chem. **494**, 124 (1932).
[4]) Ich möchte an dieser Stelle bemerken, daß Prof. ALDER mir im September 1951 mündlich mitteilte, daß er die Säure der Formel III auf synthetischem Wege erhalten hat und damit die Konstitution der Abbausäure aus Ergosterin im Sinne der Formel IV entscheiden konnte.
[5]) INHOFFEN, H. H.: Liebigs Ann. Chem. **497**, 130 (1932).
[6]) INHOFFEN, H. H.: Naturwiss. **25**, 125 (1937).
[7]) WINDAUS, A., K. DITHMAR u. E. FERNHOLZ: Liebigs Ann. Chem. **493**, 259 (1932).
[8]) LETTRÉ, H.: Liebigs Ann. Chem. **511**, 280 (1934).
[9]) WINDAUS, A., J. GAEDE, J. KÖSER u. G. STEIN: Liebigs Ann. Chem. **483**, 17 (1930).

Kurze Originalmitteilungen.

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich.

Sur les propriétés d'un modèle instable de cosmologie contenant un "fluide imparfait" *).

C'est un fait bien connu que supposant un fluide cosmologique ayant la propriété $T_1^1 = T_2^2$ nous pouvons déduire l'univers d'EINSTEIN, où l'élément linéaire est

$$ds^2 = -e^{\mu}(dr^2 + r^2 d\Theta^2 + r^2 \sin^2\Theta\, d\varphi^2) + e^{\nu} dt^2 \qquad (1)$$

avec

$$e^{\mu} = e^{\xi}/(1 + r^2/4R_0^2)^2; \qquad e^{\nu} = 1.$$

Nous avons montré[1]) qu'un univers contenant un fluide bien différent, c'est à dire quand $T_1^1 \neq T_2^2$ (nous le nommons un "fluide imparfait"), laisse développer une autre sorte de e^{ν}, où ν est une fonction de la distance mesurée par notre coordonné isotropique.

Adoptant l'élément linéaire (1), où e^{μ} et e^{ν} sont en fonction de r et t seulement, nous obtenons l'équation suivante[2]):

$$\left.\begin{aligned} 8\pi T_4^4 &= -e^{-\mu}(\mu'' + (\mu')^2/4 + 2\mu'/r) + \tfrac{3}{4} e^{-\nu}\dot{\mu}^2 \\ &(\mu' = d\mu/dr; \qquad \dot{\mu} = d\mu/dt). \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

Pour le cas statique, nous avons $\dot{\mu} = 0$. Cela nous donne

$$8\pi T_4^4 = -e^{-\mu}[\mu'' + (\mu')^2/4 + 2\mu'/r].$$

Avec

$$e^{\mu} = e^{\xi}/(1 + r^2/4R_0^2)^2$$

nous avons

$$8\pi T_4^4 = 8\pi e = (3/R_0^2)\, e^{-g} + \tfrac{3}{4}(\dot{g})^2 e^{-\nu} = (3/R_0^2)\, e^{-g} = \text{const}, \quad (3)$$

car $\dot{g} = 0$.

Nous savons que Eddington a démontré la possibilité de l'expansion (ou contraction) d'un modèle cosmologique (ce qui conformait au modèle statique d'EINSTEIN), si l'on introduit un changement de la pression du fluide.

Ceci nous amènera à la considération de la relation $-8\pi\, dP/dt = e^{-\nu}\ddot{g}$ — qui montre la loi pour le changement de la pression. (C'est aussi bien connu que l'univers continuera donc d'être en expansion.)

Remarquons que dans l'univers d'EINSTEIN nous avons $e^{-\nu} = 1$ et par consequence $-8\pi\, dP/dt = \ddot{g}$. Nous concluons que dP/dt ne sera en fonction de r, c'est à dire, il n'y a aucune possibilité que l'univers devienne inhomogène.

Mais dans notre modèle, la relation $-8\pi\, dT_1^1/dt = e^{-\nu}\ddot{g}$ indique une inhomogénéité. La relation (2) sera reinstallé pour cet univers, maintenant devenu non-statique.

Nous obtenons donc

$$8\pi T_4^4 = (3/R_0^2)\, e^{-g} + \tfrac{3}{4} e^{-\nu}(\dot{g})^2. \quad (4)$$

Si l'on considère un intervalle de temps assez petit, (4) réduira à:

$$8\pi T_4^4 = k_1 + k_2 e^{-\nu} = k_1 + k_2(f(r)).$$

Supposant une symmétrie sphérique autour d'un point quelconque et la propriété d'inhomogénéité $\varrho = f(r)$, on peut étudier un nouveau modèle — c'est à dire un modèle inhomogène — dont nous signalerons ailleurs les détails. Remarquons que pour le modèle électrifié [ce qui était étudié dans notre travail[1])] — même au commencement — la homogénéité n'existera point.

Signalons une propriété commune de toutes les sortes de modèles qui contiennent le „fluide imparfait". Lemaître a remarqué qu'avec $\mu = f(r, t)$; $\nu = f(r, t)$ le changement statique → non-statique sera accompagné par T_1^4, $T_4^1 \neq 0$ et un nouveau terme dans l'expression pour T_2^2. Ceci équivaut à une ondulation transverse avec l'écoulement d'énergie radial.

Pour l'univers d'EINSTEIN, nous avons

$$\left.\begin{aligned} 8\pi T_4^1 &= -e^{-\mu}(\dot{\mu})' = 0 \\ 8\pi T_1^4 &= -e^{-\nu}(\dot{\mu})' = 0 \end{aligned}\right\} \quad [\nu' = 0, (\dot{\mu})' = 0]$$

$$8\pi T_3^3 = 8\pi T_2^2 = (\mu''/2 + \mu'/2r) + e^{-\nu}(\ddot{\mu} + \tfrac{3}{4}(\dot{\mu})^2).$$

Mais pour notre cas ($\nu = f(r)$) quand $\dot{g} \neq 0$, nous avons

$$8\pi T_4^1 = -e^{-\mu}[(\dot{\mu})' - \dot{\mu}\,\nu'/2] = -e^{-\mu}(\dot{g}\,\nu'/2) = f(r)$$

$$8\pi T_1^4 = -e^{-\nu}(\dot{g}\,\nu'/2) = \Phi(r)$$

$$8\pi T_2^2 = 8\pi T_3^3 = -e^{-\mu}\left(\mu''/2 + \nu''/2 + (\nu')^2/4 + \frac{\mu' + \nu'}{2r}\right) + \\ + e^{-\nu}(\ddot{\mu} + \tfrac{3}{4}(\dot{\mu})^2 - \dot{\mu}\,\dot{\nu}/2).$$

Khaira Laboratory of Physics, University College of Science, Calcutta. R. L. BRAHMACHARY.

Eingegangen am 24. Juli 1953.

*) LUDWIG SILBERSTEIN zum Gedächtnis.

[1]) BRAHMACHARY, R. L.: Naturwiss. **40**, 51 (1953).
[2]) TOLMAN, R. C.: Relativity, Thermodynamics and Cosmology, p. 252. 1934.

Die Lichtfilter im Fluoreszenzmikroskop zur Darstellung des Mycobacterium tuberculosis.

Durch eine Mitteilung von A. KRIEG[1]) werden wir veranlaßt, nochmals auf eine in dieser Zeitschrift veröffentlichte Notiz über die Lichtfilter des Fluoreszenzmikroskopes[2]) einzugehen. KRIEG hält nicht nur aus betriebstechnischen, sondern auch aus grundsätzlichen Erwägungen heraus die Quecksilberlampe als Erregerlichtquelle für vorteilhafter. Er setzt sich dabei in Gegensatz zu der in der Zeiss-Winkel-Druckschrift über Hochleistungs-Mikroskopierleuchten[3]) vertretenen Ansicht, wonach die Kohlenbogenlampe die günstigste Lichtquelle für die Fluoreszenzmikroskopie ist. Diskussionsgegenstand ist hier aber eigentlich nicht die Entscheidung der Frage, ob man Kohlenbogen- oder Quecksilberlampe als Erregerlichtquelle vorziehen sollte. Es soll vielmehr eine optimale Kombination von Erregerlicht- und Okularsperrfilter diskutiert werden, die in ihren spezifischen optischen Eigenschaften naturgemäß auch auf die Art der Erregerlichtquelle abgestimmt sein muß. Im Falle der Bogenlampe ist das in einem speziell für die Darstellung des Mycobacterium tuberculosis bisher nicht erreichtem Maße gelungen (Fig. 1).

Da Leuchtdichte und spektrale Energieverteilung bei unterschiedlichen Erregerlichtquellen ebenfalls verschieden sind, ist nicht zu erwarten, daß die auf eine der beiden Lampentypen abgestimmte Filterkombination auch ohne weiteres auf die andere übertragbar ist.

Bei der Suche nach optimalen Lichtfiltern zur fluoroskopischen Darstellung eines an der lichtmikroskopischen Auflösbarkeitsgrenze liegenden Objektes wie das Mycobacterium tuberculosis ist davon auszugehen, daß möglichst das gesamte emittierte Fluoreszenzlicht ungeschwächt zur Abbildung beitragen kann. Die als Okularsperrfilter hierfür in Frage kommenden SCHOTT-Filter GG 11 und 14 sowie OG 4 und das REICHERT-Filter 8007 besitzen eine starke Eigenfluoreszenz. Diese Eigenfluoreszenz kann man nicht dadurch restlos beseitigen, daß man das Filter lediglich von unten an das Okular schraubt, statt es von oben aufzustecken. Die bisher gebräuchlichen und neuerdings von KRIEG wieder empfohlenen SCHOTT-Gläser OG 1 oder OG 5 besitzen zwar eine geringere Eigenfluoreszenz, erfüllen aber nicht die Forderung einer im kurzwelligen Bereich ausreichenden Durchlässigkeit. Die von KRIEG angegebene Durchlässigkeitskurve des OG 5 entspricht nicht dem aus dem SCHOTT-Katalog[4]) zu entnehmenden Kurvenbild dieser Glasart, welche sonst einen größeren Anteil des emittierten Fluoreszenzlichtes als angegeben absorbiert. Will man den Durchlässigkeitsbereich dieser Filter lediglich durch Verwendung geringerer Schichtdicken erweitern, so werden damit die Filtereigenschaften schlechter, d. h. man gerät mit abnehmender Schichtdicke immer mehr in den asymptotischen Abfall der Durchlässigkeitskurve. Die Folge hiervon ist der auch von KRIEG bei Verwendung des BG 12 erwähnte blaue Untergrund, der die Gefahr in sich birgt, noch einen gewissen Anteil derjenigen Strahlung zwischen 4000 und 3100 ÅE zu enthalten, welche in der Augenlinse selbst Blaufluoreszenz erzeugt. Diese als Nebel empfundene „Linsenfluoreszenz" kann sich sehr störend auswirken[5]). Zudem ist beim Nachweis kleinster Objekte in der Fluoreszenzmikroskopie der Helligkeitskontrast weit wertvoller als ein Farbkontrast. Man wird deswegen einen möglichst neutralen dunklen Untergrund unbedingt vorziehen. Bei der Schwarz-Weiß-Mikrophotographie ist er sogar unerläßlich. Nach der erwähnten Zeiss-Winkel-Druckschrift sind zur Erzielung eines dunklen Untergrundes drei Filter BG 12 (ohne Angabe von Schichtdicke) notwendig. Hierbei fällt besonders der Umstand ins Gewicht, daß ein BG 12 von nur 2 mm Schichtdicke im Maximum seiner Durchlässigkeit bei 4250 ÅE bereits 25% des eingestrahlten Lichtes absorbiert. Die hohe Leuchtdichte der Quecksilberhöchstdrucklampe wird hierdurch völlig illusorisch und verschwindet in der gedrückten Durchlässigkeit des massiven Erregerlichtfilters. Eine Filterkombination, welche den Vorteil der höheren Leuchtdichte von Quecksilberhöchstdrucklampen für die Fluoreszenzmikroskopie voll nutzbar macht, existiert bisher nicht und kann auch nicht durch die angegebene Kombination BG 12—OG 5 realisiert werden.

Fig. 1. Mycobacterium tuberculosis, granulierte Form. 6000:1. Leitz-Fluoreszenzmikroskop BX mit Leica. Lichtfilter: UG 5 — GP.

Von den von KRIEG wiedergegebenen Kurven über den Absorptions- bzw. Emissionsbereich auramingefärbter Tuberkelbazillen darf wohl angenommen werden, daß diese meiner ersten Veröffentlichung[2]) entnommen sind. Wir halten es aber nicht für statthaft, diesen Bakterien-Farbstoffkomplex mit „nukleinsaurem Auramin" gleichzusetzen.

Aus dem Tuberkuloseforschungsinstitut Borstel. Institut für Experimentelle Biologie und Medizin (Direktor: Prof. Dr. Dr. E. FREERKSEN). HERMANN KÖLBEL.

Eingegangen am 27. Juni 1953.

[1]) KRIEG, A.: Naturwiss. **40**, 320 (1953).
[2]) KÖLBEL, H.: Naturwiss. **39**, 528 (1952).
[3]) Druckschrift 540/G der R. Winkel GmbH. Göttingen.
[4]) Druckschrift 8040 des Jenaer Glaswerks Schott u. Gen. Jena 1949.
[5]) SCHOBER, H.: Das Sehen, Bd. I. Mühlhausen (Th.) 1950.

Selbstabsorption der Zerfallselektronen von In^{116} in Indiummetall.

Häufig verwendet man zur Ausmessung von Neutronenfeldern Indiumfolien. Die Reaktion $In^{115} + n \rightarrow In^{116} \xrightarrow{\beta} Sn^{116}$ liefert Elektronen von etwa 54 min Halbwertszeit. Mißt man Neutronendichten oder -ströme mit Hilfe einer solchen Sonde, so hat die Selbstabsorption der von der Sonde ausgehenden Strahlung einen merklichen Einfluß auf die gemessene Aktivität[1]). Nach Messungen von HUBER[2]) folgt die Absorption eines β-Spektrums praktisch einem Exponentialgesetz bis zu Absorberdicken, welche die Intensität auf $^1/_3$ ihres Anfangswertes reduzieren. Für größere Absorberdicken verläuft die Absorption steiler für reine β-Spektren und weniger steil für gemischte β- und γ-Emission. Die von In^{116} emittierte β-Strahlung setzt sich zusammen aus 3 Spektren mit den Maximalenergien 1 MeV (51%); 0,87 MeV (28%) und 0,60 MeV (21%)[3]) sowie γ-Strahlung verschiedener Energien zwischen 0,1 MeV und 2,32 MeV[4]). Hierbei kommen etwa 2 γ-Quanten auf ein emittiertes Elektron[5]).

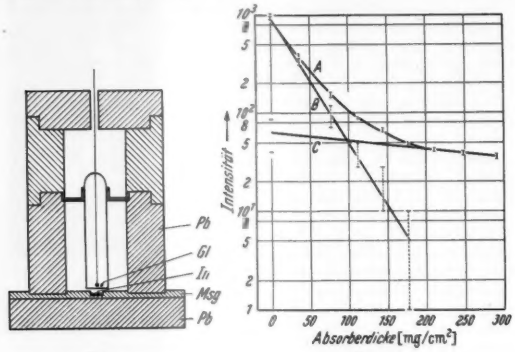


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. Experimentelle Anordnung; *Pb* Blei; *Gl* Glimmer; *In* Indium; *Msg* Messing.

Fig. 2. Selbstabsorption des Indiummetalls. *A* gemessene Intensität in willkürlichen Einheiten; *B* Elektronenabsorption; *C* γ-Absorption.

In unserem Fall kam es darauf an, den Verlauf der Absorption unter den speziellen Bedingungen, wie sie bei Messungen mit Scheibensonden vorliegen (Fig. 1), zu kennen. Die Rückstreuung in der Halterung der Sonde hat einen steileren Absorptionsverlauf zur Folge[6]). Zur Messung wurde eine dünne, durch (Ra + Be)-Neutronen in H_2O aktivierte Indiumfolie verwandt, bei der praktisch keine Selbstabsorption auftrat. Auf dieser Sonde lag der Indiumabsorber unmittelbar auf.

In Fig. 2 werden die Meßergebnisse wiedergegeben (Kurve A). Die Funktion läßt sich durch eine Summe zweier Exponentialglieder approximieren (Geraden *B* und *C*), die getrennt als die Absorption der β- bzw. der γ-Strahlung interpretiert werden können:

$$F(x) = g_\beta\, e^{-\alpha_\beta x} + g_\gamma\, e^{-\alpha_\gamma x}. \tag{1}$$

Für die Konstanten ergeben sich folgende Werte:

$$\left.\begin{array}{ll} g_\beta = 0{,}94 \pm 0{,}04 & g_\gamma = 0{,}06 \pm 0{,}02 \\ \alpha_\beta = 29{,}4 \pm 1{,}5\ \mathrm{cm^2/g} & \alpha_\gamma = 2 \pm 1\ \mathrm{cm^2/g}. \end{array}\right\} \tag{2}$$

Zur Kontrolle wurde eine Überschlagsrechnung für diese Konstanten gemacht. Die Absorptionskoeffizienten der einzelnen Teilspektren wurden nach der empirischen Beziehung[6])

$$\alpha_\beta = 17\, E_m^{1{,}43} \tag{3}$$

angesetzt (E_m = maximale Energie des β-Spektrums). Hierbei ergab sich ein mittlerer Absorptionskoeffizient

$$\alpha_\beta = 22{,}3\ \mathrm{cm^2/g}. \tag{4}$$

Der Wert (4) entspricht der Absorption in Aluminium. Er liegt zwischen unserem (29 cm²/g) und dem von Seren (17 cm²/g)[7]). Der entsprechende Wert für Indium sollte wegen der Abhängigkeit vom Atomgewicht etwas höher liegen. α_γ konnte nicht nach derselben Methode bestimmt werden, da die relativen Intensitäten und Energien der energiearmen γ-Strahlung zu ungenau bekannt sind. Aus den Kurven von EVANS[8]) entnimmt man für die höchste Energie (2,32 MeV) $\alpha_\gamma = 0{,}04\ \mathrm{cm^2/g}$ und für die kleinste ($\sim$ 0,1 MeV) $\alpha_\gamma = 5\ \mathrm{cm^2/g}$.

Die Gewichtsfaktoren des β- bzw. γ-Anteils sind gegeben durch:

$$g = F \cdot G \cdot R \cdot P. \tag{5}$$

G ist ein Geometriefaktor, der für β- und γ-Strahlung gleich ist, F ein Absorptionsfaktor, R die Ansprechwahrscheinlichkeit des Zählrohrs und P das Verhältnis der Emissionshäufigkeiten der beiden Strahlungsarten. Zwischen dem Absorber und dem empfindlichen Volumen des Zählrohrs lag noch eine Materieschicht von 25 mg/cm². Mit (4) ergibt dies $F_\beta = 0{,}54$. Für die γ-Strahlung ist $F_\gamma = 1$. Die Faktoren R haben die Werte: $R_\beta \approx 1$[1]), $R_\gamma \approx 0{,}01$[10]). Da ferner $P_\beta = {}^1/_2$ und $P_\gamma = 1$, ergibt sich mit (5):

$$g_\beta = 0{,}966, \qquad g_\gamma = 0{,}034\,.$$

Dies stimmt angenähert mit den experimentellen Werten überein.

Die Verfasser danken Herrn Professor K. WIRTZ, Göttingen, für Diskussionen.

Junta de Energia Nuclear, Madrid.

M. A. VIGON und E. MONTERO.

Eingegangen am 23. Juni 1953.

[1]) VIGON, M. A.: Diss. Madrid 1953, sowie Z. Physik (im Druck).
[2]) HUBER, O., O. LIENARD, P. SCHERRER u. H. WAFFLER: Helvet. Physica Acta **18**, 221 (1945).
[3]) FEINGOLD, A. M.: Rev. Mod. Physics **23**, 10 (1951).
[4]) MATTAUCH, J., u. A. FLAMMERSFELD: Isotopenbericht, S. 106, 1949. — MITCHELL, A. C. G.: Rev. Mod. Physics **20**, 303 (1948). — CURTISS, B. R., u. J. R. RICHARDSON: Phys. Rev. **53**, 942 (1938); **57**, 1121 (1940). — DEUTSCH, M. D., A. ROBERTS u. L. G. ELLIOT: Phys. Rev. **61**, 389 (1942). — HUGHES, D. J., u. C. EGGLER: Phys. Rev. **72**, 902 (1947).
[5]) LANGER, L. M., A. C. G. MITCHELL u. P. W. MCDANIEL: Phys. Rev. **56**, 380 (1939).
[6]) GLEASON, G. I., J. D. TAYLOR u. D. L. TABERN: Nucleonics **8** (N. 5), 12 (1950).
[7]) SEREN, R., H. N. FRIEDLANDER u. S. H. TURKER: Phys. Rev. **72**, 888 (1947).
[8]) EVANS, R. D., u. R. O. EVANS: Rev. Mod. Physics **20**, 308 (1948).
[9]) ROSSI, B. B., u. H. H. STAUB: Ionization Chambers and Counters, S. 101. 1949.
[10]) CURRAN, S. C., u. J. D. CRAGGS: Counting Tubes, S. 89, 1949.

Über die radioaktive Verseuchung der Atmosphäre.

Mit dem früher beschriebenen Filterverfahren[1]) wurden seit 19. März 1953 laufend Untersuchungen der Radioaktivität der Luft auf dem Königsstuhl bei Heidelberg (565 m über dem Meer) durchgeführt. Die Pumpanlage saugte zuerst etwa 2,5, später 4,5 m³/Std durch ein Schwebstoffilter von etwa 30 cm² Fläche. Die Filter wurden im allgemeinen alle 48 Std gewechselt und anschließend mit Zählrohrapparaturen auf ihre β-Aktivität untersucht. Neben dem RaB+C-Gehalt, auf dessen Messung hier zunächst kein besonderer Wert gelegt wurde, ergibt dieses Verfahren auch den ThB+C-Gehalt der Luft. Darüber hinaus zeigte sich sehr bald, daß die Filter auch eine langlebige Radioaktivität aufwiesen, die im allgemeinen erst nach dem Abklingen der Thoriumaktivität deutlich wurde, in einigen Fällen jedoch die Abfallskurve von Anfang an beherrschte[2]). Diese langlebige Aktivität klingt nach einem $1/t^n$-Gesetz ab, wobei n etwa 1,2 beträgt. Es handelt sich also offenbar um Gemische von Spaltprodukten aus Atombombenexplosionen[3]), die je nach den meteorologischen Bedingungen in stark wechselnder Menge an den Untersuchungsort gelangen.

Aus Fig. 1 ist die zeitlich stark schwankende Intensität dieser langlebigen Aktivitäten zu erkennen. Auf der Ordinate ist diese Intensität, wie sie sich nach Abklingen der Rn- und Tn-Folgeprodukte ergibt, aufgetragen, wobei ihr Wert auf den Zeitpunkt der Beendigung der Filterung zurückextrapoliert wurde. Auf der Abszisse ist das Datum der Filterung angegeben, wobei die Stufenbreite jeweils der Expositionsdauer der einzelnen Filter entspricht. Der Verlauf der Kurve 1 zeigt, daß die Spaltprodukte zunächst mit ziemlich scharf begrenzten Luftmassen transportiert werden und sich erst in Zeiten, die groß gegenüber unserem Beobachtungszeitraum sind, gleichmäßiger verteilen. Die Relativwerte der Intensitätsmessungen sind auf wenige Prozent genau, jedoch ist die Angabe der Absolutwerte noch etwas unsicher, da die Ansprechwahrschein-

lichkeit unserer Zählrohranordnung für die β-Strahlen der Spaltprodukte noch nicht ermittelt wurde. Der hier angegebene Absolutwert beruht auf der Annahme, daß die Ansprechwahrscheinlichkeit für Spaltprodukte dieselbe ist wie für die β-Strahlen des Ka^{40} (21%). Diese Annahme dürfte gerechtfertigt sein, da die mittlere Energie der β-Strahlen in beiden Fällen ungefähr dieselbe ist[4]).

Aus dem Abfall der Aktivität läßt sich das Alter der Spaltprodukte abschätzen, da das Abfallsgesetz bekannt ist. Durch Extrapolation rückwärts läßt sich dann der Zeitpunkt der Umsetzung (Atombombenexplosion) angeben. Da nach den bisher vorliegenden Ergebnissen ein geringerer Betrag langlebiger Aktivität dauernd vorhanden zu sein scheint (vielleicht RaD + E oder von früheren Explosionen herrührend), ist eine Bestimmung des Zeitpunktes einer Explosion um so genauer, je mehr sich der Augenblickswert der Aktivität vom Untergrund abhebt. Ein Beispiel dieser Art illustriert Fig. 2, in der die reziproke Aktivität als Funktion der Zeit aufgetragen ist. (Für den vorliegenden Zweck ist die Näherung $n = 1$ im Abfallsgesetz völlig ausreichend.) Die senkrechten Markierungen auf den Geraden bezeichnen das jeweilige Ende der Expositionszeit des betreffenden Filters. Die Gesamtexpositionszeit der in der Zusammenstellung enthaltenen Filter reichte vom 13. bis 26. Mai 1953. Die Meßwerte zeigen die Herkunft der in dieser Zeit registrierten langlebigen Aktivität von der Atombombenexplosion bei Las Vegas am 8. Mai 1953. Während die bis 13. Mai exponierten Filter noch auf ältere Explosionszeitpunkte hinweisen, brachte das vom 13. bis 15. Mai 1953 exponierte die ersten Spaltprodukte vom 8. Mai 1953. Daraus ergibt sich, daß die Produkte den Untersuchungsort erstmalig nach einer Zeit von weniger als 7 Tagen erreichten.

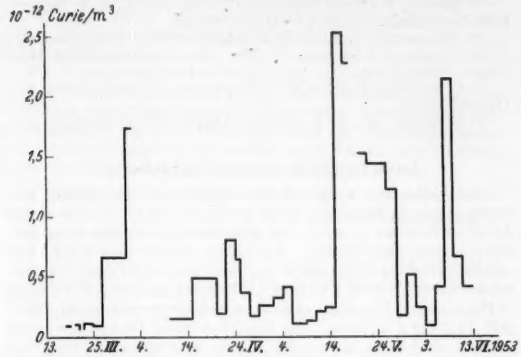


Fig. 1. Konzentration der Spaltprodukte; Mitte März bis Mitte Juni 1953.

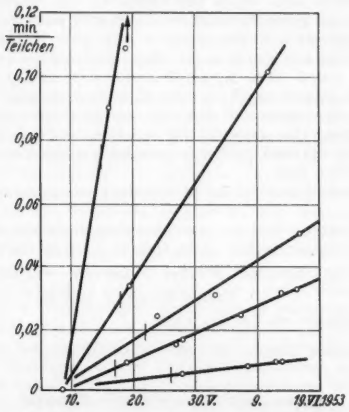


Fig. 2. Zeitbestimmung einer Atombombenexplosion.

Die Nachweisempfindlichkeit des hier benutzten Verfahrens ist außerordentlich hoch, wenn große Luftmengen gefiltert werden. Aktivitäten bis herunter zu 10^{-14} Curie/m³ sind schon mit der jetzigen Anordnung, die noch verbesserungsfähig ist, bequem nachweisbar.

Die Messungen zeigen, daß die weltweite radioaktive Verseuchung durch Atombombenexplosionen zwar noch nicht beunruhigend hoch, aber mit den heutigen Nachweismethoden bequem feststellbar ist. Umfassende Registrierungen an mehreren Orten könnten für die Meteorologie wichtige Hinweise über die Laufwege und die Laufzeiten von Luftmassen geben.

Heidelberg, II. Physikalisches Institut der Universität.

O. Haxel und G. Schumann.

Eingegangen am 1. Juli 1953.

[1]) Haxel, O.: Z. angew. Phys. (im Druck).

[2]) Abribat, M., J. Pouradier u. A. M. Venet: C. R. Paris **234**, 1161 (1952); **235**, 157 (1952). — Garrigue, H.: C. R. Paris **233**, 1447 (1951); **235**, 1498 (1952). — Holter, N. J., u. W. R. Glasscock: Nucleonics **10**, No. 8, 10 (1952). — Philipp, K., u. W. Herbst: Naturwiss. **40**, 54 (1953). — Sittkus, A.: Naturwiss. **40**, 198 (1953); Beobachtungen bei Freiburg i. Br. (persönl. Mitteilung).

[3]) Way, K., u. E. P. Wigner: Physic. Rev. **73**, 1318 (1948). — Hunter, H. F., u. N. E. Ballou: Nucleonics **9**, No. 5, C-2 (1951).

[4]) *U. S. Atomic Energy Commission:* The Effects of Atomic Weapons, S. 252. Washington 1950.

Zur Frage des Überganges zwischen homöopolarer und Ionenbindung.

Vor kurzer Zeit wurde in dieser Zeitschrift der Übergang zwischen den zwei erwähnten Bindungstypen in anorganischen Gittern von Krebs[1]) besprochen. Wir wollen hier einige weitere Beiträge zu dieser Frage liefern.

Das bekannte klassische Beispiel für den Übergang zwischen heteropolarer und homöopolarer Bindung ist die HCl-Molekel, für die man aus der bandenspektroskopisch ermittelten Kerndistanz nach dem extremen Ionenmodell ein Dipolmoment von der Größe $6{,}11 \cdot 10^{-18}$ berechnen würde. Gemessen hat man dagegen bloß $1{,}03 \cdot 10^{-18}$. Das fehlende Moment rührt also (mit entgegengesetztem Vorzeichen) von der vom Proton verursachten Polarisation des Cl^--Ions her. In diesem ganz einfachen Fall, dem man auch rechnerisch ziemlich gut folgen kann[2]), nähert also die Polarisation den Bindungstyp schon sehr stark der homöopolaren Bindung.

Die Frage, welche Glieder der Polarisationsenergie in Koordinationsgittern, in denen binäre Stoffe kristallisieren, infolge der Kristallsymmetrie doch noch übrigbleiben, wenn man das Potential der Nachbarionen nach Kugelfunktionen entwickelt, wurde schon vom Verfasser[3]) besprochen, und es sei hier deshalb bloß ein typisches Beispiel erwähnt: Im Zinkblendetyp, in dem jedes Ion von vier Nachbarn entgegengesetzten Vorzeichens tetraedrisch umgeben ist, bleiben in der erwähnten Reihenentwicklung noch die von der dritten Kugelfunktion verursachten Glieder übrig. (Im NaCl- und CsCl-Typ nur die von der vierten.) Im Wurtzittyp werden auch noch Glieder, die von der ersten und zweiten Kugelfunktion herrühren, mit kleinen Koeffizienten auftreten, weil die Tetraeder in diesem Typ nicht mehr ganz symmetrisch sind. Da außerdem nur vier Nachbarn vorhanden sind, so wird auch die von der gegenseitigen Eindringung der Elektronwolken verursachte Überdeckungspolarisation, welche im NaCl-Typ die von Fajans und Joos entdeckte kleine Ionenverfestigung verursacht, schon ziemlich groß werden. Alle diese Tatsachen erklären ganz zwanglos das Auftreten des Langmuirschen Isosterismus im Zinkblendetyp, nachdem die in diesem Typ auftretende Gitterkonstante nur von der Summe der Kernladungen des Kations und des Anions abhängt, dagegen (in erster Annäherung) nicht mehr von der Verteilung derselben zwischen den zwei Ionen. Infolge des sehr starken Auftretens der von der Polarisation verursachten Ladungsverschiebungen kann nämlich kaum mehr davon die Rede sein, zu welchem Ion eigentlich die Valenzelektronen gehören. Andererseits erklärt auch eben diese Tatsache, weshalb hier die der homöopolaren Valenzauffassung entsprechende diamantartige Bindung entsteht. Interessant ist diesbezüglich die von Goldschmidt[4]) angegebene Reihe CuBr, ZnSe, GaAs und GeGe, in der die Entfernungen der Ionen entgegengesetzten Vorzeichens der Reihe nach 2,46, 2,45, 2,44 und 2,43 betragen, der Übergang zur homöopolaren Bindung also schon fast vollständig ist. Demgegenüber bleibt jedoch auch ein Merkmal der Ionenbindung übrig. Die Härten der erwähnten Substanzen betragen der Reihe nach, mit Hilfe von Mohsschen Härtegraden ausgedrückt, 2,4, 3 bis 4, 4 bis 5 und 6. In die monotone Zunahme der Härte würde es also sehr gut passen, wenn man auch noch das halbmetallische Germanium als eine Ionenverbindung ($Ge^{4+}Ge^{4-}$) auffassen würde. Dieser ganz

extreme Fall zeigt sehr deutlich den Übergang von homöopolarer zur Ionenbindung. Die Polarisationsenergie verursacht es auch, daß die Wasserstoffhalogenide in nur durch VAN DER WAALSsche Kräfte zusammengehaltene Molekelgitter, die analog gebauten Alkalihalogenide dagegen im NaCl- und CsCl-Typ kristallisieren[5]).

Bei den Alkalihalogeniden entscheiden dagegen über das tatsächliche Auftreten des Gitters vom NaCl- oder CsCl-Typ die VAN DER WAALSschen Kräfte, wie das BORN und MAYER[6]) gezeigt haben. Im CsCl-Typ ist die VAN DER WAALSsche Wechselwirkung größer, und deshalb kristallisieren in diesem Typ die drei Caesiumhalogenide CsCl, CsBr und CsJ, die aus stark polarisierbaren Ionen aufgebaut sind. Die genannten Verfasser benützten die LONDONsche Näherungsformel und erhielten mit der Erfahrung übereinstimmende Resultate, wenn sie die berechneten Werte verdoppelten. MAYER[7]) zeigte dann, daß man dieses Verfahren theoretisch rechtfertigen kann. Später haben dann WAGNER und LIPPERT[8]) auf experimentellem Wege gezeigt, daß auch beim RbCl (und deshalb höchstwahrscheinlich auch beim RbBr und RbJ) bei normaler Temperatur der CsCl-Typ der stabile ist und die drei erwähnten Rubidiumhalogenide uns bloß im metastabilen Zustande (im NaCl-Typ) bekannt sind. Tatsächlich kann man aus der vom Verfasser für die VAN DER WAALSsche Energie hergeleiteten Näherungsformel berechnen, daß bei den erwähnten Substanzen das CsCl-Gitter das stabile ist.

Budapest, VIII. Puskin utca 5—7. Institut für Physik der Universität.

TH. NEUGEBAUER.

Eingegangen am 31. Juli 1953.

[1]) KREBS, H.: Naturwiss. **40**, 291 (1953).
[2]) GOMBÁS, P., u. TH. NEUGEBAUER: Z. Physik **92**, 375 (1934). — HORVÁTH, J. I.: Experientia [Basel] **4**, 256 (1948). — Z. Physik **129**, 56 (1951); **132**, 565 (1952) und Acta physica Hung. [Budapest] **1**, 47 (1952).— NÁRAY, ZS.: Acta physica Hung. [Budapest] **2**, 55 (1952).— GÁSPÁR, R., u. A. KÓNYA: Acta physica Hung. [Budapest] **3**, 31 (1953).
[3]) NEUGEBAUER, TH.: Z. Physik **95**, 717 (1935). — Z. Kristallogr. **94**, 349 (1936) u. Naturwiss. **40**, 18 (1953).
[4]) GOLDSCHMIDT, V. M.: Z. Elektrochem. **34**, 459 (1928).
[5]) NEUGEBAUER, TH.: Z. physik. Chem., B **35**, 129 (1937).
[6]) BORN, M., u. J. E. MAYER: Z. Physik **75**, 1 (1932).
[7]) MAYER, J. E.: J. Chem. Phys. **1**, 270 (1933).
[8]) WAGNER, G. u. L. LIPPERT: Z. physik. Chem., B **33**, 297 (1936).
[9]) NEUGEBAUER, TH.: Z. Physik **107**, 785 (1937).

Über das Calciummonochlorid.

Nach WÖHLER und RODEWALD[1]) sowie GUNTZ und BENOIT[2]) lassen sich durch Erhitzen von Calciumhalogeniden mit metallischem Calcium und Abschrecken der Schmelzen die Monohalogenide CaF, CaCl und CaJ als gefärbte, bei gewöhnlicher Temperatur instabile Verbindungen erhalten. Auf Grund der Meßwerte für die Lösungswärmen zogen BICHOWSKI und ROSSINI[3]) die Existenz der Monohalogenide in Zweifel. Vor allem aber ergaben sich nach thermischen Untersuchungen von CUBICIOTTI und THURMOND[4]), die durch eine Arbeit von SCHÄFER und NIKLAS[5]) am System $Ba/BaCl_2$ im Prinzip bestätigt wurden, keine Hinweise für die Bildung einer festen Subhalogenidphase; vielmehr wurde bereits im flüssigen Zustand eine breite Mischungslücke beobachtet.

Bei unseren Untersuchungen am System $Ca/CaCl_2$ fanden wir in der Mehrzahl der Fälle das gleiche Ergebnis. Einige langsam abgekühlte Präparate der Zusammensetzung CaCl jedoch zeigten keine Entmischung. Sie weisen gute Spaltbarkeit auf und gleichen auch im Aussehen weitgehend dem Glimmer. Die schwach gelb gefärbten Salze haben eine auffallend hohe Dichte von 2,45 (vgl. dazu $d_{Ca} = 1{,}55$ und $d_{CaCl_2} = 2{,}15$); gegenüber der additiven Geraden beträgt die Kontraktion des Mol-Volumens $\sim$20% (WÖHLER und RODEWALD fanden nur 5%). Bewiesen ist die Existenz des Calciummonochlorides durch röntgenographische Untersuchungen. Mit Hilfe von Drehkristallaufnahmen konnte für das Gitter eine Elementarzelle mit tetragonaler Symmetrie und den Abständen $a = 3{,}85_1$ Å und $c = 6{,}86_1$ Å ($c/a = 1{,}78_2$) festgelegt werden. Daraus berechnet sich bei Annahme von $n = 2$ Molekeln/Zelle eine Dichte von $2{,}46_4$, die in guter Übereinstimmung mit dem pyknometrisch gefundenen Wert ist. Über die genaue Struktur des Gitters auf Grund von Intensitätsberechnungen wird später berichtet.

Der für das Ca^{1+}-Ion zu erwartende Paramagnetismus wurde nicht gefunden, vielmehr sind die Präparate diamagnetisch.

Versuche, auch die anderen Erdalkalimonohalogenide zu erhalten und deren Existenz röntgenographisch zu beweisen, sind im Gange.

Herrn Dozent K. MEISEL danken wir für die Anfertigung von Röntgenaufnahmen. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützte die Arbeit durch Bewilligung von Sachmitteln.

Institut für Anorganische Chemie der Technischen Hochschule Hannover. PAUL EHRLICH und LEONORE GENTSCH.

Eingegangen am 24. Juli 1953.

[1]) WÖHLER, L., u. G. RODEWALD: Z. anorg. Chem. **61**, 54 (1909).
[2]) BENOIT, F.: Diss. Nancy 1923. — GUNTZ, A., u. F. BENOIT: Bull. Soc. Chim. France [4] **35**, 709 (1924).
[3]) BICHOWSKI, F. R., u. F. D. ROSSINI: The Thermochemistry of the Chemical Substances, S. 345. New York: Reinhold Publ. Corpor. 1936.
[4]) CUBICIOTTI, D. D., u. C. D. THURMOND: J. Amer. Chem. Soc. **71**, 2149 (1949).
[5]) SCHÄFER, H., u. A. NIKLAS: Angew. Chem. **64**, 611 (1952).

Amide formation from acids and thiourea.

In connection with our investigation of the nature and scope of amide formation from acids and urea[1]), it was considered of interest to study the formation of amides from carboxylic acids and thiourea. A number of acids were tried. The conditions of the experiment were the same as in case of amide formation from acids and urea i.e. heating an intimate mixture of the acid and thiourea taken in molecular proportion at about 200–210° for 1–2 hours. The results indicate that in the series of saturated monobasic acids, acetic acid does not form the amide in appreciable quantity, but propionic, butyric and isovaleric acids give amides in yields ranging from 28–35%, while stearic acid yields the amide to the extent of 67%. Succinic acid gives the imide in about 27% yield while benzoic acid is converted to its amide in 38% yield. Cinnamic acid fails to yield any amide at all. Best yields of the amides were however noted with diphenyl acetic acid and $\beta.\beta$-diphenyl propionic acid, being 75% and 83% respectively.

Copious evolution of ammonia and hydrogen sulphide was noted during the course of the reaction, and a deposition of a yellowish red solid, probably containing sulphur was observed in the reflux tube.

A detailed description of this work will later appear elsewhere.

The authors wish to record their appreciation of the assistance rendered by Mr. O. P. MITTAL in this work.

Dept. of Chemistry, Muslim University, Aligarh, India.

AZIZUR RAHMAN and M. O. FAROOQ.

Eingegangen am 27. Juli 1953.

[1]) RAHMAN, AZIZUR, and M. O. FAROOQ: Current Sci. **21**, 338 (1952).

Tetracolamin-Phenolphthalein-Phosphat als Substrat zur Phosphatasebestimmung.

Die Verwendung von Phenolphthaleinphosphat zur Bestimmung der Phosphataseaktivität wurde von HUGGINS und TALALAY[1]) angegeben. Das als Substrat verwendete Natriumsalz hat aber den großen Nachteil, in Lösung nur kurze Zeit beständig zu sein und sich unter Freiwerden von Phenolphthalein und Phosphat zu zersetzen. Es wurde nach stabileren Substraten gesucht, die in einem Pyridinsalz (Firma Boehringer u. Söhne, Mannheim) und neuerdings in einem Tetracolaminsalz der Phenolphthaleinphosphorsäure (Firma E. Merck, Darmstadt) gefunden wurden.

Das Tetracolaminsalz ist nach eigenen Untersuchungen zur Phosphatasebestimmung im Blutserum gut geeignet. In der Kälte (+1° C) ist das Substrat in Lösung unter Thymolzusatz über 8 Wochen ohne jede Zersetzung haltbar. Da das Tetracolaminsalz im Fermentversuch in der Zeiteinheit etwas stärker aufgespalten wird als das von LINHARDT und WALTER[2]) untersuchte Pyridinsalz, ist das Ergebnis (in Phosphataseeinheiten) mit dem Faktor 0,95 zu multiplizieren, um auf vergleichbare Werte, entsprechend den von HUGGINS und TALALAY angegebenen und von LINHARDT und WALTER bestätigten Phosphataseeinheiten, zu kommen.

Die Phosphatasebestimmungsmethode ist mit den genannten Substraten und mit der freien Phenolphthaleinphosphorsäure (Firma Boehringer, Mannheim) zur Phosphatasebestimmung *nur im Blutserum* geeignet. *Mit Harn* läßt sich die von HUGGINS und TALALAY für Serum *und* Harn

angegebene Eichkurve *nicht* bestätigen; der Winkel der Geraden [log der Menge Phenolphthalein (in mg) gegen log der Phosphataseeinheiten aufgetragen] nimmt, wie eigene Untersuchungen zeigten, mit zunehmender Phosphatkonzentration ab. Eingehende Untersuchungen darüber sind im Gange.

HÖVELS und LAUN[3]) beobachteten eine Abnahme des Steigungswinkels der Eichkurve in Versuchen mit Blutserum bei fortschreitender Alterung des Substrates (Natriumsalz) und deuteten dies als eine Abnahme der Spaltungsgeschwindigkeit. Das ist nicht zutreffend, denn beim Auftragen des Logarithmus der freigesetzten Menge Phenolphthalein gegen den Logarithmus der Phosphataseeinheiten ist der Steigungswinkel der Geraden von der Spaltungsgeschwindigkeit unabhängig. Diese drückt sich vielmehr in einer Parallelverschiebung der Geraden aus.

Die Phosphatasebestimmungsmethode nach HUGGINS und TALALAY kann vorläufig nur zur Aktivitätsbestimmung im Blutserum empfohlen werden. Eine genaue Arbeitsvorschrift, die sinngemäß für das Tetracolaminsalz der Phenolphthaleinphosphorsäure angewandt werden kann, findet sich im deutschen Schrifttum bei LINHARDT und WALTER[2]).

Physiologisch-Chemische Anstalt der Freien Universität Berlin. H. MATTENHEIMER.

Eingegangen am 27. Juli 1953.

[1]) HUGGINS, C., u. P. TALALAY: J. of Biol. Chem. **159**, 399 (1945).
[2]) LINHARDT, K., u. K. WALTER: Z. physiol. Chem. **289**, 245 (1952).
[3]) HÖVELS, O., u. M. LAUN: Z. Kinderheilk. **71**, 357 (1952).

New observations upon the synthesis of acetophenone and benzaldehyde from phenylhydrazine during the acetate respiration with E. coli cells.

Recently in two papers[1]),[2]) we have reported that *E. coli* cells were able to synthesize acetophenone and benzaldehyde in presence of phenylhydrazine oxalate during the acetate respiration.

We have supposed that the acetophenone and the benzaldehyde may derive respectively from an acetylation and a formylation of benzene ring of phenylhydrazine through the acetyl-CoA and formyl-CoA complexes, the formyl-CoA being formed from the precursor acetyl-CoA.

Continuing these experiments in order to study the mechanism of the reactions leading to the formation of acetophenone and benzaldehyde we came to the surprising results that the ketone and the aldehyde are formed by non-enzymic way. In fact we have found the same compounds in absence of microbial cells merely with diluted solutions of acetaldehyde or formaldehyde in presence of phenylhydrazine or phenylhydrazine oxalate. Consequently in our preceding experiments the isolated acetophenone and benzaldehyde cannot be considered arising from an acetylation or a formylation of benzene ring of phenylhydrazine by means of coenzyme-A, but as a result of reactions between phenylhydrazine (or its benzene ring) and acetaldehyde or formaldehyde, both formed during the respiration of acetate by *E. coli* cells.

Therefore the considerations we had to do on the importance of biosynthesis of acetophenone and benzaldehyde from phenylhydrazine with regards to the acetate respiration, for the moment must be put apart; but the fact remains that during the acetate respiration by *E. coli* cells (and yeast) a C_1 intermediate is always formed: formaldehyde or a related compound. New experiments are carried on to delucidate the origin and the probable step occupied by this C_1 intermediate on the chain reactions of acetate respiration.

Meanwhile we are going to study the chemical reactions which lead to the formation of acetophenone and benzaldehyde from acetaldehyde and formaldehyde in presence of phenylhydrazine.

Istituto di Chimica Farmaceutica e Tossicologica dell'Università di Pavia. V. BOLCATO and M. E. SCEVOLA.

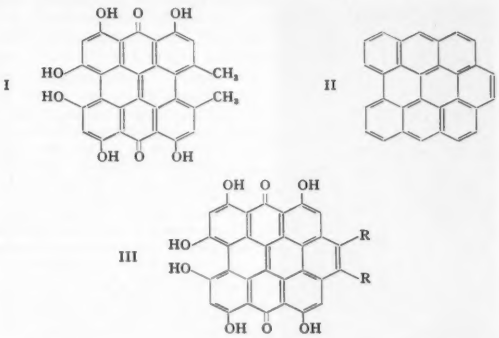
Eingegangen am 31. Juli 1953.

[1]) BOLCATO, V., a. M. E. SCEVOLA: Naturwiss. **40**, 275 (1953).
[2]) BOLCATO, V., a. M. E. SCEVOLA: Naturwiss. **40**, 363 (1953).

Pseudo-hypericin, ein neuer, roter Hypericumfarbstoff.

Bei einer Untersuchung über die Verbreitung des Hypericins innerhalb der Gattung *Hypericum* fanden wir in 14 von 22 geprüften Arten roten, rot fluoreszierenden Farbstoff mit den charakteristischen Absorptionsbanden des Hypericins. Ein Vergleich der aus den 14 Arten isolierten Hypericinpräparate hat überraschenderweise gezeigt, daß sie sich gegen konzentrierte Schwefelsäure nicht alle gleich verhalten. Bei 13 Präparaten trat beim Belichten der grünen Schwefelsäurelösung — und erheblich langsamer auch beim Aufbewahren im Dunkeln — unter Intensivierung der roten Fluoreszenz eine hypsochrome Verschiebung der Absorptionsbanden um 15 mμ ein[1]). Bei Hypericin aus *Hypericum hirsutum* dagegen blieben die Banden unverändert und aus der belichteten Lösung ließ sich das Ausgangsmaterial zurückgewinnen.

Das Hypericin aus *Hypericum hirsutum* stimmt in allen Eigenschaften, darunter auch in der Beständigkeit gegen konzentrierte Schwefelsäure mit synthetischem *4.5.7.4'.5'.7'-Hexaoxy-2.2'-dimethyl-meso-naphthodianthron*[2]) überein und hat daher die Konstitution I. Die Präparate, deren Banden in konzentrierter Schwefelsäure verschoben werden, können demnach kein reines Hypericin sein. Sie müssen vielmehr einen bisher unbekannten hypericinähnlichen Farbstoff enthalten, den wir im folgenden als *Pseudo-hypericin* bezeichnen.



Da Pseudo-hypericin in allen untersuchten Lösungsmitteln die gleichen Absorptionsbanden hat wie Hypericin, ist ausgeschlossen, daß sich die beiden Farbstoffe durch Zahl und Stellung ihrer phenolischen Oxygruppen unterscheiden. Wo die Unterschiede in ihrer Konstitution zu suchen sind, hat die Untersuchung des in Schwefelsäure belichteten Pseudohypericins gezeigt. Das dabei entstehende Umwandlungsprodukt konnten wir nämlich nach einem kürzlich mitgeteilten Verfahren[3]) als Derivat des *meso-Anthrodianthrens* (II) identifizieren. Das bedeutet, daß Pseudo-hypericin in 2.2'-Stellung Substituenten enthalten muß, die sich im Gegensatz zu den 2.2'-Methylgruppen des Hypericins leicht zu einem Benzolring zyklisieren lassen. Es ist naheliegend, dabei an CH_2OH- oder $CH_2 \cdot CH \cdot OH$-Gruppen zu denken. Da das Umwandlungsprodukt spektroskopisch und in seinem Verhalten gegen Pyrobor-acetat dem Pseudo-hypericin sehr ähnlich ist, darf man annehmen, daß bei der Belichtung des Pseudo-hypericins außer dem Ringschluß keine Veränderung eintritt und dem Umwandlungsprodukt die Konstitution eines Anthrodianthron-derivates III (R = H oder unbekannter Rest) zukommt.

Die gelben, kristallisierten Benzoate, die wir aus den 13 sich in Schwefelsäure verändernden Farbstoffpräparaten erhielten, schmolzen sehr unscharf und bei verschiedenen Temperaturen. Dieses Verhalten, das sich trotz sorgfältiger Reinigung nicht änderte, wird verständlich, wenn man annimmt, daß die zur Benzoylierung verwendeten Präparate Gemische sind, die Hypericin und Pseudo-hypericin in wechselnden Mengen enthalten. Für den Farbstoff aus *Hypericum perforatum* trifft diese Annahme sicher zu, denn beim Belichten ging nur ein Teil in das Anthrodianthrenderivat III über, der Rest ließ sich als Hypericin I identifizieren.

Organisch-Chemisches Institut der Universität Göttingen. HANS BROCKMANN und WALTER SANNE.

Eingegangen am 28. Juli 1953.

[1]) Diese Verschiebung wurde zuerst beim Hypericin aus *Hypericum perforatum* von N. PACE und G. MACKINNEY [J. Amer. Chem. Soc. **63**, 2572 (1941)] beobachtet.
[2]) BROCKMANN, H., u. F. KLUGE: Naturwiss. **38**, 141 (1951). — BROCKMANN, H., u. H. MUXFELDT: Naturwiss. **40**, 411 (1953).
[3]) BROCKMANN, H., u. G. BUDDE: Chem. Ber. **86**, 432 (1953).

Ein neuer Schnelltest zur Identifizierung leicht und schwer hydrolysierbarer Phosphorsäure-Ester im Papierchromatogramm.

Die papierchromatographische Trennung von Phosphorsäure-Estern hat in den letzten Jahren besonders durch die Arbeiten von HANES und ISHERWOOD[1]) sowie EGGLESTON und HEMS[2] (unter H. A. KREBS) entscheidende Fortschritte gemacht. Durch Umstellung der letzteren Methode auf ein zweidimensionales Verfahren [vgl. FLECKENSTEIN und GERLACH[3])] läßt sich z. B. in den Trichloressigsäure-Extrakten aus Gewebe — selbst bei Anwesenheit stark überwiegender Mengen von Kreatinphosphat bzw. anorganischem Phosphat — eine saubere Trennung von Adenosintriphosphat (ATP) und Adenosindiphosphat (ADP) bzw. Adenylsäure (AMP) und Inosinsäure (IMP) erzielen. Die Möglichkeit der getrennten Bestimmung von ATP und ADP hat besonders für die Muskelphysiologie Interesse; denn mit der bisher meist gebrauchten LOHMANNschen Hydrolysemethode[4]) wurden ATP und ADP in der Fraktion „labiler Adenosin-P" gemeinsam bestimmt.

Für die Identifizierung einer unbekannten P-haltigen Verbindung in den Chromatogrammen von Gewebsextrakten

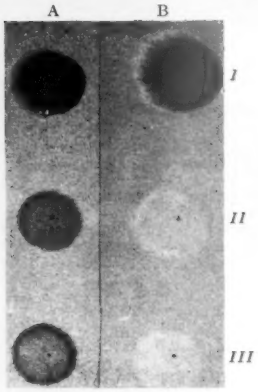


Fig. 1. Beeinflussung der blauen, P-haltigen Flecke im Papierchromatogramm durch Ammoniakdampf. Reihe A: Blaufärbung vor der Ammoniakeinwirkung. Reihe B: Zustand nach der Ammoniakeinwirkung. Die durch anorganischen P erzeugte Blaufärbung ist gegen Ammoniak völlig resistent; dagegen wird die durch schwer spaltbare P-Ester (AMP, IMP als Beispiel) hervorgerufene Blaufärbung durch Ammoniak sofort ausgelöscht. *I* anorganischer P, *II* Adenylsäure (AMP), *III* Inosinsäure (IMP).

stehen bisher im wesentlichen zwei Möglichkeiten zur Verfügung:

a) der Vergleich der R_F-Werte mit bekannten Phosphatestern,

b) die Prüfung auf UV-absorbierende Eigenschaften im Photoprintverfahren nach MARKHAM und SMITH[5]) zur Erfassung der P-haltigen Adenosin- und Inosinverbindungen[6]).

Dagegen ließ sich bisher aus dem Chromatogramm kein Hinweis auf die charakteristischen Unterschiede in der Hydrolysierbarkeit P-haltiger Verbindungen gewinnen, obwohl gerade hierauf alle klassischen Verfahren basieren. Der mitgeteilte Schnelltest erlaubt jetzt aber, auch die Hydrolysierbarkeit — als dritte Möglichkeit der Identifizierung — im Papierchromatogramm auszunützen:

Nach HANES und ISHERWOOD[1]) werden die Chromatogramme zur Sichtbarmachung der P-haltigen Flecke mit Molybdatreagenz (25 cm³ 4%ige Ammoniummolybdatlösung, 5 cm³ 60%ige Perchlorsäure, 10 cm³ n-HCl, H_2O ad 100,0) besprayt und dann in feuchtem Zustand in einem Wärmeofen 7 min einer Temperatur von 85° C zur Abspaltung des labilen Adenosin-P ausgesetzt. Die P-haltigen Stellen im Papier erscheinen dann als tiefblaue Flecke, sobald die Chromatogramme — nach kurzer Behandlung mit Wasserdampf — in eine Schwefelwasserstoff-Atmosphäre gebracht werden. Dabei führen aber nach unseren Beobachtungen auch schwer spaltbare Ester selbst ohne Erhitzung zu einer intensiven Blaufärbung. Die P-Reaktion wird also offensichtlich auch von den intakten P-Estern gegeben.

Bei der Suche nach Unterscheidungsmöglichkeiten zwischen freiem und verestertem P fanden wir charakteristische Resistenzunterschiede der blauen Flecke gegenüber Ammoniakdampf: *Nur anorganischer P bzw. aus organischer Bindung hydrolytisch abgespaltener P ist in der Lage, eine durch Ammoniak nicht beeinflußbare Blaufärbung im Chromatogramm zu verursachen.* Dagegen wird die durch schwer spaltbare Ester (AMP, IMP, Glucose-6-phosphorsäure, Fructose-6-phosphorsäure, Fructose-1,6-diphosphorsäure, Glycerinphosphorsäure, Phosphoglycerinsäure, Inositheaxphosphorsäure (Phytin)) erzeugte Blaufärbung in wenigen Sekunden wieder ausgelöscht, wenn man die Flecke im Ammoniakdampf z. B. unmittelbar über eine geöffnete Ammoniakflasche hält. Die Ammoniakprobe erlaubt eine rasche Orientierung über das Vorliegen leicht bzw. schwer hydrolysierbarer P-Ester und wird mit Vorteil nach der Markierung der blauen P-haltigen Areale im Chromatogramm angewendet. Anschließend werden die Areale ausgeschnitten und zur quantitativen P-Bestimmung verascht.

Aus dem Pharmakologischen Institut der Universität Heidelberg. (Vorstand: Prof. Dr. F. EICHHOLTZ).

A. FLECKENSTEIN, E. GERLACH und J. JANKE.

Eingegangen am 27. Juni 1953.

[1]) HANES, C. S., u. F. A. ISHERWOOD: Nature [London] **164**, 1107 (1949).
[2]) EGGLESTON, L. V., u. R. HEMS: Biochemic. J. **52**, 156 (1952).
[3]) FLECKENSTEIN, A., u. E. GERLACH: Arch. exp. Path. u. Pharmakol. (im Druck).
[4]) LOHMANN, K.: Biochem. Z. **202**, 466 (1928); **203**, 176 (1928).
[5]) MARKHAM, R., u. J. D. SMITH: Biochemic. J. **45**, 294 (1949).
[6]) Diese Ester geben außerdem nach Elution aus dem Papier (vgl. EGGLESTON und HEMS[2]) die Pentosereaktion nach MEJBAUM[7]).
[7]) MEJBAUM, W.: Z. physiol. Chem. **258**, 117 (1939).

Bausteinanalyse eines kristallinen Nukleoproteides aus Pankreas.

In einer vorläufigen Mitteilung[1]) wurden die Darstellung und die biologische Wirksamkeit eines hyperglykämisch-glykogenolytischen Faktors aus Pankreas, der auch in kristalliner Form erhalten werden konnte, kurz skizziert und erste Näherungswerte einer Bausteinanalyse angegeben. Als Ergebnis weiterer Versuche liegt nunmehr eine sehr vollständige Bausteinanalyse vor.

Tabelle 1.

Substanz	Menge*)	N**)	Substanz	Menge*)	N**)
Asparaginsäure	13,6	1,44	Prolin	5,0	0,61
Glutaminsäure	12,4	1,18	Summe Papierchromat. . . .	82,14	11,87
Histidin . . .	1,63	0,44	Cystin	3,83	0,45
Arginin . . .	10,25	3,28	Tryptophan . .	2,40	0,33
Lysin	6,65	1,27	Hexosamin . . .	1,06	0,08
Serin	3,85	0,51	Ammoniak . . .	1,04	0,86
Glycin	0,96	0,18	Ribose	10,38	0,00
Alanin	4,3	0,68	PO_4 (organisch) .	2,67	0,00
Valin	6,6	0,79		103,52	13,59
Tyrosin . . .	5,6	0,43	Base***)	3,80	1,97
Phenylalanin .	6,4	0,54	Zusammen . . .	107,32	15,56
Leucin	4,6	0,49			
Isoleucin . . .	0,3	0,03			

Elementaranalyse nach DUMAS-PREGL: 14,91% N. Ausbeute 104%.

*) Menge in g je 100 g Nukleoproteid.
**) Entspricht g Stickstoff je 100 g Nukleoproteid.
***) Base berechnet als Adenin 1 Mol: 1 Mol PO_4.

Die in der Tabelle 1 angegebenen Werte für Aminosäuren sind — bis auf Cystin und Tryptophan — durch quantitative Auswertung von Papierchromatogrammen mittels Kupferphosphat nach WOIWOD[2]) erhalten. Die Originalmethode mußte bedeutend erweitert werden, z. B. wurden Eichkurven für sämtliche Aminosäuren aufgenommen, um die jeweilige Abweichung von der idealen Komplexformel $Cu(AS)_2$ zu erfassen.

Besonders hervorzuheben ist der Befund, daß es sich — entgegen der vorläufigen Mitteilung[1]) — bei der Zuckerkomponente nicht um Hexose, sondern um Pentose, und zwar Ribose handelt. Nach der Lage der Extinktionskurven bei der Bestimmung des eiweißgebundenen Zuckers nach SÖRENSEN und HAUGAARD[3]) mittels Orzin und Schwefelsäure war auf das Vorliegen von Mannose und Galaktose geschlossen worden. Da diese Methode — auch noch in neuester Zeit[4]) — von vielen Autoren zur Charakterisierung von Glykoproteiden angewandt wurde, wurde sie gewählt, um eine Vergleichsbasis mit den in der Literatur beschriebenen kohlenhydrathaltigen Eiweißstoffen zu erhalten. Darüber hinaus sollte das Vorhandensein von Mannose und Galaktose, nach geeigneter Hydrolyse des Proteides, mittels Papierchromatographie bestätigt werden.

Die Anfärbung mit Anilinbioxalat nach PARTRIDGE ergab jedoch eine für Pentosen sehr charakteristische Rotfärbung. Chromatogramme mit verschiedenen Lösungsmittelgemischen, bei denen Arabinose, Xylose, Ribose und mehrere Hexosen

gleichzeitig mitliefen, ließen eindeutig auf Ribose entscheiden. Dieser Zucker zeichnet sich vor allen anderen durch hohen *RF*-Wert*) (z.B. in Phenol-0,03% NH_3) aus und kann sicher identifiziert werden. Das Protein wurde auf Desoxyribose nach zwei von DISCHE angegebenen[5]) Verfahren geprüft und reagierte nicht. Andere Zucker als Ribose konnten auf Chromatogrammen nie festgestellt werden. Unter Zugrundelegung einer Eichkurve von Ribose unter gleichen Reaktionsbedingungen läßt sich daher nun die genannte Orzinmethode zur quantitativen Bestimmung anwenden.

Damit war ein deutlicher Hinweis auf das Vorhandensein einer Nukleinsäurekomponente gegeben. Tatsächlich konnten auch andere Bausteine einer solchen nachgewiesen werden, nämlich organisch gebundenes Phosphat und Adenin.

Beim qualitativen Nachweis der Aminosäuren nach MÜTING[6]) aus unserem Institut („Buntchromatogramme") trat sofort nach Besprühen eine intensiv violett gefärbte Zone auf, die keiner bekannten Aminosäure zugeordnet werden konnte. Bei Anfärbung eines Papierelektropherogrammes des Proteidhydrolysates, das zum Zwecke der Abtrennung und gesonderten Bestimmung der basischen Aminosäuren hergestellt wurde, zeigte sich die violette Bande ebenfalls. Bei p_H 5,5 war sie etwas weiter als das Lysin zur Kathode gewandert, mußte also einem stark basischen Körper zugeordnet werden. Im Adenin wurde schließlich eine Base gefunden, die auf Filterpapier die gleiche Violettfärbung in sehr empfindlicher und charakteristischer Weise sofort nach Besprühen mit einer soda-alkalischen Lösung von 1.2-Naphthochinon-4-sulfonsaurem Natrium (0,2%) nach MÜTING gab. Guanin und auch intakte Adenosinphosphorsäure reagieren nicht. Auf dem gleichen Papierstreifen wurde eine Probe des Proteidhydrolysates neben einem Säurehydrolysat von Adenosinphosphat aufgetragen und mit wassergesättigtem n-Butanol[7]) chromatographiert. Violettfärbung in beiden Fällen und gleicher *RF*-Wert (0,14) sichern das Vorliegen von Adenin. Auch mit n-Butanol-0,6 n NH_3 6:1, womit die in Frage kommenden Purin- und Pyrimidinbasen noch besser getrennt werden können[8]), werden gleiche *RF*-Werte gefunden.

Ob außer Adenin noch andere Basen — in kleinen Mengen — vorliegen, muß noch entschieden werden.

Eine ausführliche Mitteilung über die in dieser und der vorangegangenen Mitteilung[1]) umrissenen Befunde erscheint demnächst a. a. O.

Diabetikerheim und Forschungsinstitut für Diabetes Garz und Karlsburg, Karlsburg, Kreis Greifswald (Direktor: Prof. Dr. G. KATSCH).

HERMANN BOSER.

Eingegangen am 21. Juli 1953.

*) *RF* = Retentionsfaktor = Quotient aus den von untersuchtem Stoff und Lösungsmittelfront zurückgelegten Wegen.

[1]) MOHNIKE, G., u. H. BOSER: Naturwiss. **40**, 295 (1953).
[2]) WOIWOD, A. J.: Biochemic. J. **45**, 412 (1949).
[3]) SÖRENSEN, M., u. G. HAUGAARD: Biochem. Z. **260**, 247 (1933).
[4]) WEIMER, H. E., J. W. MEHL u. R. J. WINZLER: J. of Biol. Chem. **185**, 561 (1950).
[5]) DISCHE, Z.: Mikrochemie **8**, 4 (1930). — Proc. Soc. Exper. Biol. a. Med. **55**, 217 (1944).
[6]) MÜTING, D.: Naturwiss. **39**, 303 (1952).
[7]) VISCHER, E., u. E. CHARGAFF: J. of Biol. Chem. **176**, 703 (1948).
[8]) CHARGAFF, E., R. LIPSHITZ, CH. GREEN u. M. E. HODES: J. of Biol. Chem. **192**, 226 (1951).

Chemische Beobachtungen über die Wirkung von Elastase auf das elastische Gewebe der Aorta in Beziehung zu elektronenoptischen Befunden.

Nach BALO und BANGA[1–4]) löst das von ihnen entdeckte Ferment *Elastase* „reines" Elastin, das durch Kochen von Rinderaorta mit NaOH bereitet ist, bei p_H 10,32 und 37° C vollkommen auf. Dabei entstehen Polypeptide und reduzierende Gruppen, jedoch keine freien Aminosäuren. Die Verfasser vermuten, daß das fibrilläre Protein bei dem Abbau in ein globuläres Protein übergeführt wird.

Elektronenoptisch fand DETTMER[5]) eine Fibrillenstruktur an unvorbehandeltem Elastin. SCHWARZ und DETTMER[6]) untersuchten darauf die Wirkung von Elastase auf Schnitte der Aortenmedia und stellten fest, daß sich die elastischen *Fasern* und *Membranen* zu einem fibrillären Stroma aufhellten. Sie sahen jedoch keinerlei Anzeichen für eine Zerstörung der Fibrillen und schlossen daraus, daß Elastase bei nativem Elastin hauptsächlich die Kittsubstanz der Fasern und Membranen angreift. Wasser oder NaCl-Lösung legten im *Zwischengewebe* des Elastins ebenfalls schon ein Fibrillennetz frei, sie lösten also die Kittsubstanz des Zwischengewebes.

Diese Arbeit beschäftigt sich zunächst (in 1. und 2.) mit den Ursachen für die Gegensätze zwischen den beschriebenen chemischen und elektronenoptischen Befunden, danach (in 3.) mit analytischen Veränderungen des Elastins, die parallel zu den morphologischen Veränderungen[6]) auftreten. Das verwendete elastische Gewebe wurde aus der Media des Anfangsteils von Rinder- und Menschenaorta entnommen.

1. *Der Einfluß der chemischen Vorbehandlungen.* Üblicherweise werden zur Darstellung von „reinem" Elastin mehrfache Extraktionen des Materials mit Essigsäure, NaOH oder konzentrierten Harnstofflösungen angewandt. Wir beobachteten aber im Elektronenmikroskop, daß durch jede dieser Behandlungen die Fibrillen verklumpten; gelegentlich entstanden auch verzweigte Gebilde. Vermutlich besaß das von BALO und BANGA verwendete Substrat ebenfalls keine fibrilläre Struktur mehr, war also morphologisch von dem durch DETTMER untersuchten Elastin verschieden.

2. *Die Wirkung von Elastase auf chemisch vorbehandeltes, „reines" Elastin und auf unvorbehandeltes Elastin.* Es machten sich hinsichtlich des Abbaugrades deutliche Unterschiede in der Elastasewirkung auf die verschiedenartigen Ausgangsmaterialien bemerkbar. Elastase, die wir nach den Angaben von BANGA[3]) hergestellt hatten, baute von chemisch vorbehandeltem („reinem") Elastin in unseren Versuchen 80 bis 90% ab, aber von unvorbehandeltem, nur mechanisch isoliertem Elastin viel weniger (33, 33, 35, 48, 49, 50, 56 und 68%). Wurde Puffer verwendet, so gingen im Kontrollversuch schon durch diesen allein etwa 10% der Trockensubstanz in Lösung, aber die insgesamt abgebauten Mengen unterschieden sich wenig. Trotz Pufferzugabe senkte sich das p_H bis auf 8,5. Ebenso wie HALL, REED und TUNBRIDGE[7]) fanden wir sogar ein niedrigeres Ausgangs-p_H als 10,32 günstiger. Wasser oder physiologische NaCl-Lösung lösten nur 6 bis 10% der Trockensubstanz.

Fibrillensubstanz, die durch chemische Vorbehandlungen geschädigt ist, wird anscheinend selbst mit angegriffen, wie der stärkere Substanzverlust zeigt. HALL und Mitarbeiter[7]) berichten gleichfalls, daß harnstoffbehandelte Elastinpräparate gegenüber Elastase empfindlicher waren. So erklärt sich die Diskrepanz zwischen den obenerwähnten Befunden. Vorbehandeltes und natives Elastin sind sowohl morphologisch als auch in ihrem Verhalten gegenüber Elastase nicht vergleichbar.

Nun ergab sich die chemische Frage:

3. *Wie unterscheidet sich die aus unvorbehandeltem Elastin durch Elastase gelöste Substanz von der zurückbleibenden Fibrillensubstanz?* Wir untersuchten die Verteilung von N, S*), Hexosamin[8]), Kohlenhydrat[9]) und den Aminosäuren Oxyprolin[10]), Valin[11]) und Arginin[11]),**) (Anfangsgehalte in % s. Tabelle) nach dreitägiger Einwirkung von Elastase auf unvorbehandeltes Elastin.

N	13,3	12,2	12,3	16,6	16,0
S	0,0004		0,00035		
Hexosamin . . .	1,1	1,3	0,4	1,7	0,9
Kohlenhydrat .	2	1,5	2		
Oxyprolin . . .	3,8	3,7	0,4	4,4	4,2
Arginin	4,0	3,65	3,2	3,5	
Valin	14,6	16,1	16	19,9	

Weitere Aminosäuren wurden nicht bestimmt, weil die individuellen Schwankungen in der Zusammensetzung der einzelnen Aorten zu groß waren. Der gelöste N betrug bei sieben Versuchen 32 bis 70% (etwa entsprechend der Trockensubstanz). Der Schwefel des Elastins wurde durch Elastase zu 90 bis 100% in Form von Sulfat gelöst, übereinstimmend mit der Angabe von HALL und Mitarbeitern[7]). An Hexosamin wurden 65 bis 90% (65, 66, 67, 85, 90%) gelöst, an Kohlenhydraten 80 bis 90%, an Oxyprolin 20 bis 50% (20, 22, 26, 28, 30, 43, 50%), an Arginin und Valin 24 bzw. 28% (bei 31% gelöster Trockensubstanz) und 35 bzw. 14% (bei 32% gelöster Trockensubstanz). Hinsichtlich der gelösten Mengen zeigen sich also bemerkenswerte Unterschiede zwischen den verschiedenen Substanzen: Schwefel, Hexosamin und Kohlenhydrate werden in weit stärkerem Maße gelöst als die Aminosäuren, jene zu 65 bis 90 (100)%, diese dagegen nur zu 20 bis 50%, d.h. im gleichen Verhältnis wie die gesamte Elastinsubstanz. Dagegen löste Elastase bei *vorbehandeltem* Elastin von allen untersuchten Bestandteilen jeweils 90 bis 100%.

Papierchromatogramme von Elastinhydrolysaten vor und nach Behandlung mit Elastase zeigten keine Unterschiede in der qualitativen Aminosäurezusammensetzung. Es erschienen identische Flecke für Asparaginsäure, Glycin, Alanin, Valin und Leucin.

Durch Wasser oder 0,9%ige NaCl-Lösung gingen bei 37° in drei Tagen nur 6 bis 10% der Trockensubstanz, 9 bis 10% des N, 10 bis 20% des Hexosamins, etwa 1 bis 2% der Aminosäuren, 10 bis 15% des Schwefels als Sulfat, aber 30 bis 40% der Kohlenhydrate in Lösung. Diese geringen Substanzmengen entsprechen der Kittsubstanz des Zwischengewebes.

Aus den analytischen Befunden können wir folgendes schließen: Fibrillen und Kittsubstanz der elastischen Fasern und Membranen müssen in bezug auf ihre Eiweißkomponente qualitativ ähnlich zusammengesetzt sein, während sich die Poly- und Mucopolysaccharide hauptsächlich in der Kittsubstanz befinden. Dieses Ergebnis steht in Einklang mit den herrschenden Vorstellungen über die Fibrillogenese.

Forschungsstelle für Mikromorphologie in der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin-Dahlem.

INGRID NECKEL.

Eingegangen am 22. Juli 1953.

*) Nephelometrische Bestimmung als $BaSO_4$.

**) Für die Ausführungen der Bestimmungen danke ich Frau H. HEYNE und Frl. G. WERMBTER.

[1]) BALO, J., u. I. BANGA: Biochemic. J. **46**, 384 (1950).

[2]) BALO, J., u. I. BANGA: Z. Vitamin-, Hormon- u. Fermentforsch. **4**, 49 (1950).

[3]) BANGA, I.: Acta physiol. [Budapest] **3**, 317 (1952).

[4]) BANGA, I., u. D. SCHULER: Acta physiol. [Budapest] **4**, 13 (1953).

[5]) DETTMER, N.: Z. Zellforsch. **37**, 89 (1952).

[6]) SCHWARZ, W., u. N. DETTMER: Virchows Arch. **323**, 243 (1953).

[7]) HALL, D. A., R. REED u. R. E. TUNBRIDGE: Nature [London] **170**, 264 (1952).

[8]) Kolorimetrisch bestimmt nach J. W. PALMER, E. M. SMYTH u. K. MEYER: J. of Biol. Chem. **119**, 491 (1937).

[9]) Kolorimetrisch bestimmt nach D. L. MORRIS, Science [Lancaster, Pa.] **107**, 254 (1948).

[10]) Kolorimetrisch bestimmt nach R. E. NEUMANN u. M. A. LOGAN, J. of Biol. Chem. **184**, 299 (1950).

[11]) Mikrobiologisch bestimmt nach O. WISS, Mitt. Gebiete Lebensmittelunters. Hyg. **41**, 225 (1950).

Ein Bakterienstamm mit fungistatischer Wirksamkeit gegenüber phytopathogenen und humanpathogenen Pilzen.

Bei der Testung unseres Bakterienstammes 13[1]) gegen humanpathogene Pilze trat in einer Petrischale als Verunreinigung eine Bakterienkolonie auf, die einen deutlichen fungistatischen Effekt zeigte. Das Bakterium wurde von uns isoliert und gegenüber einer Reihe von human- und phytopathogenen Pilzarten getestet.

Die Untersuchung der fungistatischen Wirksamkeit dieser Bakterienart erfolgte so, daß der zu prüfende Pilz in die Mitte der Platte geimpft wurde und daß in einem gewissen Abstand davon an zwei einander entgegengesetzten Seiten dieser zentralen Impfstelle die zur Testung verwendete Pilzart geimpft wurde. Die Testung der humanpathogenen Pilze*) sowie der Bakterien außer Agrobacterium tumefaciens erfolgte auf LIEBIG-Agar, die der phytopathogenen Pilze sowie die von Agrobacterium tumefaciens auf Möhrenagar. Das Ergebnis dieser Versuche geben die Fig. 1 bis 2 sowie die Tabelle 1 wieder.

Tabelle 1. *Hemmung verschiedener Arten und Rassen humanpathogener Pilze durch Bacterium 24.*

Teststamm	Hemmung der Teststämme durch Bacterium 24 in Prozent der Kontrolle
Epidermophyton rubrum Castell 19 . . .	20
Epidermophyton rubrum Castell Frbg.. .	57
Epidermophyton interdigitale KW Fl 481	61,5
Epidermophyton interdigitale KW gr 571	65,5
Epidermophyton interdigitale KW gr . .	69,4
Epidermophyton inguinale Sabouraud 532	18
Trichophyton gypseum Frbg.	67,5
Trichophyton gypseum Ma	58
Microsporum gypseum 255	35,5
Microsporum Audouini 567	80,1
Achorion Schönleinii IV	55,2

Es zeigte sich hierbei, daß das Bakterium — von uns als Bacterium 24 bezeichnet — gegenüber einer Reihe humanpathogener Pilze eine zum Teil recht gute fungistatische Wirkung zeigt (Tabelle 1, Fig. 1 und 2). Sämtliche untersuchten Pilzarten wurden gehemmt. Der Grad der fungistatischen Wirksamkeit der Bakterienkolonien war bei den einzelnen Arten verschieden; sie reichte von einer Hemmung von 18 bis 20% bis zu einer Hemmung des Wachstums um 80% gegenüber den Kontrollen.

Auch gegenüber phytopathogenen und saprophytischen Pilzen zeigte Bacterium 24 deutlich eine hemmende Wirkung. Die fungistatische Wirkung betrug hier: bei Penicillium motatum 5,5%, Fusarium spec. 11,5%, Trichothecium roseum 43,7%, Alternaria spec. 45,4%, Phoma spec. 54,0%, Colletotrichum lini 55,0%, Rhizoctonia solani S 39 83,7%.

Die Prüfung der bakteriostatischen Wirksamkeit gegenüber den üblichen Testbakterien ergab keine Hemmung bei

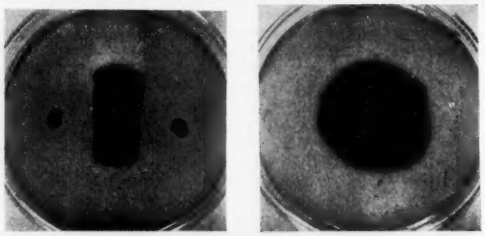


Fig. 1. Fungistatische Wirkung von Bacterium 24 gegen Epidermophyton rubrum (Castell Frgb.). Gleichzeitig geimpft, Kulturen 14 Tage alt. Links: Epidermophyton rubrum zwischen 2 Kolonien von Bacterium 24, rechts: Kontrolle.

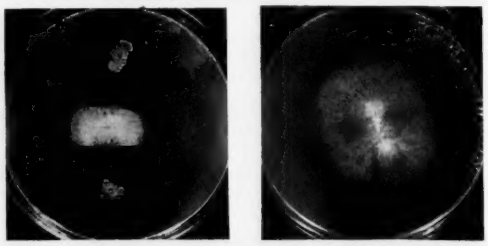


Fig. 2. Microsporum Audouini (567). Kulturen 14 Tage alt. Sonst wie Fig. 1.

Escherichia coli und bei Staphylococcus aureus. Gegenüber Bacillus subtilis wurde von einer 7 Tage alten Kultur von Bacterium 24 ein Hemmhof mit einem Radius von 11 bis 13 mm, gegen Agrobacterium tumefaciens von einer 7 Tage alten Kultur eine Hemmzone mit einem Radius von 4 bis 5 mm erzeugt.

Aus dem Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Institut für Bastfaserforschung, Niedermarsberg i. Westf.

F. SCHWANITZ und H. HAHN.

Eingegangen am 1. Juli 1953.

*) Die in unseren Versuchen verwendeten humanpathogenen Pilzstämme erhielten wir durch Vermittlung der DIWAG, Chemische Fabriken AG, Hann. Münden, von der Universitätshautklinik in München.

[1]) SCHWANITZ, F., u. H. HAHN: Naturwiss. **40**, 202 (1953).

Über die Wirksamkeit von Bacterium „13" gegenüber einigen humanpathogenen Pilzarten und -stämmen.

In einer früheren Arbeit[1]) konnten wir an dieser Stelle über die antibiotische Wirksamkeit eines von uns als Bacterium 13 bezeichneten Bakterienstammes gegenüber verschiedenen Bakterienarten und gegenüber einer Reihe saprophytischer und phytopathogener Pilzarten berichten. Die Wirksamkeit des Bacteriums gegen phytopathogene und saprophytische Pilze ließ es als wichtig erscheinen, den fungistatischen Effekt unseres Bakterienstammes 13 auch gegenüber humanpathogenen Pilzen zu prüfen.

Die für den Versuch verwendeten Pilzrassen erhielten wir durch Vermittlung der Firma Diwag G.m.b.H., Hann.-Münden, von der Universitätshautklinik in München. Die Prüfung der

fungistatischen Wirksamkeit wurde wie in der oben erwähnten Arbeit so vorgenommen, daß der zu prüfende Pilz auf LIEBIG-Agar in die Mitte zwischen zwei Impfungen von Bacterium 13 geimpft wurde. Nach 10 Tagen wurde dann die Hemmung des Pilzwachstums im Vergleich zu den Kontrollen nach der Kartonmethode bestimmt.

Die beigefügte Tabelle gibt die Ergebnisse wieder. Es ist daraus zu ersehen, daß eine stärkere Hemmung nur gegenüber einem Stamm von Epidermophyton rubrum und gegenüber E. inguinale besteht. Eine sehr schwache Hemmung findet sich noch bei Microsporum Audouini. Gegenüber allen anderen Arten und Stämmen scheint Bacterium 13 völlig wirkungslos zu sein.

Test-Stamm	Hemmung in % der Kontrolle
Epidermophyton rubrum Castell 19	71,8
Epidermophyton rubrum Castell Frbg.	—
Epidermophyton interdigitale KW. Fl 481	—
Epidermophyton interdigitale KW. gr. 571	—
Epidermophyton interdigitale KW. gr.	—
Epidermophyton inguinale Sabouraud 532	69,2
Trichophyton gypseum Frbg.	—
Trichophyton gypseum Ma	—
Microsporum gypseum 255	—
Microsporum Audouini 567	14
Acharion Schönleinii IV	—

Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung (ERWIN BAUER-*Institut*), *Institut für Bastfaserforschung, Niedermarsberg i. Westf.*

F. SCHWANITZ und H. HAHN.

Eingegangen am 24. Juli 1953.

[1]) SCHWANITZ, F., u. H. HAHN: Naturwiss. **40**, 202 (1953).

Biologische Unterschiede und Übergänge zwischen fortzüchtbaren Lysinen und Bakteriophagen*).

Es ist von RAETTIG[6]) nachgewiesen worden, daß in dem Verhalten zwischen den bekannten Bakteriophagen der *Enterobacteriaceae* und den in Bakterienstämmen dieser Gruppe vorkommenden „fortzüchtbaren Lysinen" hinsichtlich der Befallquote der Wirtskeime, des Titers und des Valenzbildes erhebliche Unterschiede bestehen. Man hat demnach zwischen zwei verschiedenen Arten von lysierenden Agentien zu unterscheiden, die auch in den Arbeiten von LWOFF und GUTMANN[4]),[5]) und BOYD[1-3]) noch nicht voneinander abgegrenzt worden waren. Sie sind im folgenden mit „Phagen" und „Lysinen" bezeichnet.

Mir wurde die Aufgabe gestellt, weitere Unterschiede und Übergänge oder Beziehungen zwischen den beiden Lysephänomenen zu finden, um damit der Beantwortung der Frage, ob es sich um zwei grundlegend verschiedene Phänomene handelt, näherzukommen.

Zu diesem Zweck wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

1. Bestimmungen des Filtrationsendpunktes.
2. Abtötungsversuche mittels Hitze, Autolyse und Austrocknung.
3. Ermittelung der Anzahl der phagen- bzw. lysinbefallenen Einzelkolonien aus phagen- oder lysinhaltigen Bakterienstämmen.

Die Filtrationsendpunktbestimmungen und die physikalischen Belastungen ergaben für die Phagen und die Lysine übereinstimmende Resultate. Hier soll deshalb nur über die dritte Gruppe der Versuche berichtet werden.

Die Untersuchungen über die Zahl der von Phagen bzw. Lysinen befallenen Einzelkolonien brachten zunächst eine Bestätigung der von RAETTIG veröffentlichten Ergebnisse: *Einzelkolonien phageninfizierter Bakterienstämme sind nur zu einem geringen, je nach der Menge des verimpften Ausgangsmaterials leicht schwankenden Prozentsatz von Phagen befallen.* — *Einzelkolonien von lysinhaltigen Stämmen tragen das Lysin dagegen zu 100%.*

Diese Resultate waren in hunderten von Versuchen mit bekannten T-Phagen, mit frisch aus Darmschleim isolierten Phagen und mit Lysinen aus bekannten Laboratoriumsstämmen (*S. typhi* O 901, *S. London* und *E. coli* 141) reproduzierbar. Man mußte daraus schließen, daß zwischen Lysinen und Phagen insoweit ein Unterschied besteht, als das *Lysin* an jede einzelne Bakterienzelle des lysintragenden Stammes „gebunden" ist, während der *Phage* nur von wenigen Bakterienzellen eines infizierten Stammes bei der Einzelkolonieaussaat „mitgenommen" wird.

Diese ungleiche Koppelung des Phagen und des Lysins an die Bakterienzelle, die bereits bekannt war und neben den anderen Merkmalen für eine prinzipielle Trennung beider Phänomene sprach, ist dennoch hierfür kein Beweis, denn die Lysinbefallsquote ändert sich sofort, wenn man das Lysin von seinem lysogenen Ausgangsstamm durch Filtration der Bakterienaufschwemmung abtrennt und mit seinem lysosensiblen Wirtsstamm fortzüchtet.

Der Anteil der lysinbefallenen Einzelkolonien des lysinfizierten Wirtsstammes beträgt dann keineswegs mehr 100%, sondern nähert sich den bei Phagen gefundenen Werten.

Es wurden Fortzüchtungsversuche durch mehrere Populationsgenerationen hindurch fortgeführt und dazu die drei oben aufgeführten lysintragenden Laboratoriumsstämme als „Lysinspender" und die folgenden drei Laboratoriumsstämme in sinngemäßer Reihenfolge als lysosensible Wirtsstämme benutzt: *Sh. dysenteriae Schneider* und 6622, *S. Dublin* (*Gaertner-Kiel*) 116 und 118 und *Sh. sonnei* 218 und 216. — Die starke Senkung der Lysinbefallsquote trat in der Regel schon in der 1. oder 2. Populationsgeneration der Wirtsstämme ein. Lediglich bei dem *Shiga*-Lysin des *S. typhi* O 901 erfolgte die Senkung der Befallsquote erst von der 5. Generation ab. — Auch die Ergebnisse dieser Versuchsreihen waren bei gleichen und variierten Bedingungen reproduzierbar.

Gleichlaufend mit diesen Versuchsreihen wurde die Änderung des Valenzbildes, des Titers und der Lochform, die das fortgezüchtete Lysin hervorbrachte, in einem Fall bis in die 23. Generation verfolgt. Auch hierbei zeigte sich eine allmähliche Entwicklung in Richtung der Phagenähnlichkeit, d.h. die Löcher wurden von Generation zu Generation markanter und etwas größer, die Titer höher und das Valenzbild vielgestaltiger. Über diese Versuche wird ausführlich an anderer Stelle zusammen mit RAETTIG berichtet werden.

Zusammenfassend lassen diese Versuchsergebnisse den Schluß zu, daß zwar Unterschiede zwischen dem Lysin und dem Phagen in bezug auf Vorkommen und Bindung an die Bakterienzelle und in ihrer biologischen Wirkungsweise vorhanden sind, daß aber diese Unterschiede bei Fortzüchtung des Lysins auf seinem Wirtsstamm zunehmend geringer werden. Das ursprünglich in einem Bakterienstamm vorkommende Lysin entwickelt bei seiner Fortzüchtung also langsam die Eigenschaften des Phagen.

Es darf deshalb die Vermutung ausgesprochen werden, daß die gewöhnlichen und bekannten Bakteriophagen nichts anderes sind, als jahrelang aus Wirtskeimen fortgezüchtete Lysine, stammend und ursprünglich einmal abgetrennt von einem lysinbildenden Bakterienstamm.

Aus der Abteilung für Virus- und Impfstofforschung des Robert-Koch-Institutes, Berlin (Direktor: Prof. Dr. G. HENNEBERG).

GISELA HANNEMANN.

Eingegangen am 22. Juli 1953.

*) Die Arbeit wurde mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt.

[1]) BOYD, J. S. K.: Nature [London] **164**, 874 (1949).
[2]) BOYD, J. S. K.: J. Pathol. a. Bacteriology **62**, 501 (1950).
[3]) BOYD, J. S. K.: J. Pathol. a. Bacteriology **63**, 445 (1951).
[4]) LWOFF, A., u. A. GUTMANN: C. R. Acad. Sci. Paris **229**, 12, 14, 16 (1949). Ref. Excerpta med., Sect. IV **3**, 241 (1950).
[5]) LWOFF, A., u. A. GUTMANN: C. R. Acad. Sci. Paris **229**, 605, 679, 789 (1949).
[6]) RAETTIG, H.: Zbl. Bakter. I Orig. **158**, 473 (1952).

Zur biologischen Wirkung kurzwelligen ultravioletten Lichtes (UV-C) beim Frosch.

Die verschiedenen biologischen Wirkungen der ultravioletten Strahlen zeigen eine strenge Abhängigkeit von ihrer Wellenlänge, z.B. bei der Entstehung von Erythem und Pigment in der menschlichen Haut, der Conjunctivitis, der Abtötung von Bakterien.

Bei Bestrahlung von Fröschen mit UV verschiedener Wellenbereiche erfolgte auf das UV-C eine Reihe charakteristischer Reaktionen, die im folgenden mitgeteilt werden sollen.

Erwachsene ♂♂ von *Rana fusca* und *Rana esculenta* wurden mit dem Licht eines Quecksilberhochdruckbrenners der Osram-Ultravitaluxlampe bestrahlt. Dabei kamen außer dem ungefilterten Licht einzelne herausgefilterte Abschnitte [UV-A, UV-B, UV-(A + B)] zur Anwendung[1]). Die tägliche Dosis betrug 5 bis 8 Std. In einem Falle wurde eine über mehrere Tage sich erstreckende Dauerbestrahlung ausgeführt.

Außer dem Allgemeinzustand der Tiere wurden untersucht: das histologische Bild der Haut, Hämoglobingehalt, Erythrozytenzahl, prozentuale Verteilung der Leukozytenformen und Gerinnungszeit des Blutes, Verhalten der Schwimmhautkapillaren.

Nach Bestrahlung mit dem vollen Licht des Quecksilberbrenners — und nur da — zeigte sich eine Reihe von Veränderungen. Sie fehlten überall da, wo das UV-C abgefiltert worden war. In diesen Fällen waren keine Unterschiede gegenüber nomalen Kontrollen zu beobachten.

Diese Veränderungen müssen also wohl der Anwesenheit des UV-C zugeschrieben werden.

Als augenfälligste Veränderung des Allgemeinzustandes treten Lähmungen auf, die mit zunehmender Bestrahlungsdauer stärker werden. Sie beginnen mit einer leichten Prallheit der Beinmuskulatur bei noch voller Beweglichkeit; die darauf folgende, zunächst leichte Gehemmtheit der Bewegungen verstärkt sich fortschreitend, so daß die Tiere nicht mehr springen können und sich nur mühsam fortbewegen, wobei die Prallheit der Muskulatur weiter zunimmt. Schließlich ist die Extremitätenmuskulatur so starr, daß auch kein normales Sitzen mehr möglich ist; die Tiere schwimmen steif im Wasser. Meist hat die Lähmung dann auch die Rumpfmuskulatur ergriffen. Die einzige Lebensäußerung ist eine langsame Kehloszillation. Diese kann auch eingestellt werden, so daß die Tiere tot wirken. Bei der Sektion ist dann nur noch sehr langsamer Herzschlag festzustellen.

Die Lähmungen treten nach einer Latenzzeit von mehreren Stunden nach der Bestrahlung auf. In nicht zu stark fortgeschrittenem Stadium sind sie reversibel: Die Tiere erlangen nach einer Bestrahlungspause von 1 bis 2 Tagen schrittweise ihre Beweglichkeit wieder.

Starke individuelle Schwankungen der Resistenz sind vorhanden: Bei einer Serie gleich lange bestrahlter Versuchstiere lassen sich die verschiedensten Lähmungsgrade feststellen.

Immer aber steht mit dem Grad der Lähmung der Grad der übrigen Veränderungen in Zusammenhang.

Das histologische Bild der Haut (Rückenhaut der Schulterregion) läßt einen mit zunehmender Bestrahlungsdauer fortschreitenden Abbau der Epidermis erkennen, der — selbst in den Anfangsstadien — von der normalen Häutung, bei der nur das Stratum corneum abgestoßen wird, deutlich verschieden ist. Die Zerstörung geht schrittweise vor sich:

1. Die Zellen des Stratum corneum und der Ersatzschicht sind stark eosinophil und enthalten pyknotische Kerne. Die übrigen Schichten sind unverändert.

2. Die auf die Ersatzschicht folgende Schicht zerfällt in einzelne abgerundete Zellen oder einige wenige zusammenhängende Zellen. Stratum corneum und Ersatzschicht heben sich ab, lösen sich als zusammenhängende Schichten los, jetzt werden auch die darunterliegenden, schon isolierten Zellen abgestoßen. Die Kerne der übrigen Epidermisschichten erscheinen aufgebläht und chromatinarm.

3. Die Kapillaren an der Epidermis-Cutis-Grenze sind stark gefüllt. Die Veränderungen greifen auch auf die Cutis über, deren Stratum spongiosum normalerweise gegen Ende des Winters bei den *Rana fusca* ♂♂ sehr aufgelockert und hoch ist. Es verliert zuerst an Höhe, dann erscheint es dicht und in festem Zusammenhang mit dem Stratum compactum. Im Endstadium, bei einem völlig steifen Tier, bietet ein Hautquerschnitt folgendes Bild:

Von der Epidermis sind 1 bis 2 Schichten unregelmäßiger Zellen mit hellen Kernen erhalten. Die Melanophoren sind oft stark expandiert, manchmal auch zerstört, dann liegen die Pigmentkörnchen lose umher. Die Kapillaren sind sehr stark gefüllt. Das Stratum spongiosum der Cutis ist flach und kompakt.

Diese Zerstörungen treten in grundsätzlich gleicher Weise bei *Rana fusca* und *Rana esculenta* auf.

Die Hautveränderungen gehen stets den Lähmungen voraus. Noch völlig bewegungsfähige Tiere zeigen schon Epidermiszerstörungen, leicht gelähmte Tiere oft den gleichen schweren Zerstörungsgrad der Haut wie stark gelähmte.

Die Veränderungen des Blutes vollziehen sich entsprechend: Noch vor Auftreten der Lähmungen steigen Hämoglobingehalt und Erythrozytenzahl, beide nehmen mit zunehmendem Lähmungsgrad weiter zu (Individualschwankungen eingeschlossen). Die Werte liegen immer sehr viel höher als die der übrigen Versuchstiere und Kontrollen. Der Anstieg beider Werte erfolgt stets gleichzeitig mit einer starken Verringerung der Gesamtblutmenge, woraus auf eine Abgabe von Wasser aus dem Blut zu schließen wäre.

Die Gerinnungszeiten des Blutes sind (gegenüber den übrigen Tieren) etwas verkürzt.

Auch die prozentuale Verteilung der Leukozytenformen erfährt trotz der Individualschwankungen deutliche Veränderungen. Die Blutbildveränderungen werden allerdings erst gleichzeitig mit dem Sichtbarwerden der Lähmungen deutlich. Im Froschblut herrschen normalerweise — wenigstens in den Herbst- und Wintermonaten — die Lymphozyten vor. Sie machen etwa 70 bis 80% aller Leukozyten aus, die polymorphkernigen Neutrophilen etwa 10 bis 15%. Der Rest verteilt sich auf Eosinophile und Basophile. Im vorliegenden Falle verschob sich das Verhältnis der einzelnen Formen dergestalt, daß die Zahl der Lymphozyten stark abnahm zugunsten der Neutrophilen, deren Zahl stets über die Norm anstieg, in den meisten Fällen aber die der Lymphozyten stark überstieg. Der Rückgang der Lähmung nach Bestrahlungsunterbrechung macht sich auch im Blutbild in einer Abnahme der Neutrophilen und Zunahme der Lymphozyten bemerkbar.

Bei den stark geschädigten „scheintoten" Tieren mit verlangsamtem Herzschlag fällt bei der Sektion auch noch die pralle Füllung aller Blutgefäße auf. Das gesamte Gefäßsystem wirkt wie injiziert. Diese Verhältnisse zeigen sich auch im Verhalten der Schwimmhautkapillaren. Entsprechend den einzelnen Lähmungsgraden folgen hier aufeinander:

1. Starke Erweiterung der Kapillaren bei normalem Kreislauftempo. 2. Verlangsamung des Kreislaufs. 3. Pralle Füllung der Kapillaren mit Erythrozyten, sehr langsamer Antransport neuer Blutkörperchen durch die Arterien, kein Abtransport durch die Venen.

Bei Rückgang der Lähmung ist an den Kapillaren zuerst Beschleunigung des Kreislaufs und später Rückgang der Erweiterung zu beobachten.

Der Vergleich der Toleranz für die verschiedenen UV-Bereiche zeigt große Unterschiede zwischen UV-C-haltigem und UV-C-freiem Licht. *Rana fusca* ertrug 200 Std UV-(A + B) (10 Std täglich) ohne Veränderung, während bei Anwesenheit von UV-C schon nach etwa 25 Std die ersten Lähmungserscheinungen auftraten, die nach längstens 70 Std zu völliger Bewegungslosigkeit bzw. zum Tode führten. Bei *Rana esculenta* brachten 260 Std Dauerbestrahlung mit UV-(A + B) keine Veränderungen, mit UV-C kamen die Lähmungen nach 40 Std und waren stark bzw. tödlich nach 50 bis 70 Std.

Über die Untersuchungen wird an anderer Stelle eingehend berichtet werden.

Zoologisches Institut Frankfurt a. Main.
Zoologisches Institut Mainz.
H. Giersberg und E. Dorn.

Eingegangen am 24. Juli 1953.

[1]) UV-A: $\lambda = 400$ bis 320 mμ; UV-B: $\lambda = 320$ bis 280 mμ; UV-C: $\lambda < 280$ mμ.

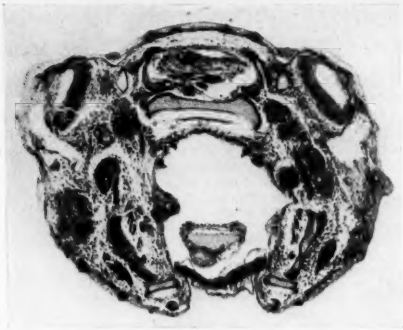
Zellwucherungen nach Applikation eines androgenen Wirkstoffes.

Im Zuge der Untersuchungen über Wirkungen von Steroidhormonen auf die Ausbildung des Sexualdimorphismus bei lebendgebärenden Zahnkärpflingen, die einer von uns durchführt, wurden eine Anzahl von androgenen Substanzen getestet. Die Applikation erfolgte nach der von Querner[1]) angegebenen Methode. Neben der Feststellung der für das Ausmaß der androgenen Wirksamkeit wichtigen Veränderungen der Analflosse wurden die Tiere zur Beurteilung der Effekte an den endokrinen Organen nach Beendigung des Versuches in Serien geschnitten und histologisch untersucht. Nach *Dehydroisoandrosteronacetat* (D) zeigen sich umfangreiche Organveränderungen, die sich nach Anwendung der anderen getesteten Steroide nicht finden.

Die Behandlung junger Tiere von *Lebistes reticulatus* Pet. (bei Versuchsbeginn nicht älter als 24 Std) mit 0,2 bis 0,5 mg D in 500 ml Wasser pro Tag bewirkt bei allen überlebenden Tieren nach 5 bis 7 Tagen Proliferationen besonders im Bereich der undifferenzierten Zwischengewebe. Starke Veränderungen finden sich regelmäßig im Kopfgebiet, wobei auf dem ganzen Querschnitt knotig angeordnete, unregelmäßig verstreute Zellkomplexe auftreten (Fig. 1). Sie sind aus hellen Zellen mit basophilem Protoplasma und ungleichartigen, blasigen Kernen aufgebaut und in der Randzone fast immer von Spindelzellen eingescheidet. Die gleichen Zellwucherungen finden sich in der Epidermis des Kopfes, in Munddach und -boden und in der Kiemenregion. Auffällig ist eine fast regelmäßig auftretende Verdrängung zentraler Teile der Retina durch Gebilde, die den beschriebenen Knoten entsprechen. Bei den Versuchstieren ist außerdem die Wandung des Truncus arteriosus gegenüber Kontrolltieren auf ein mehrfaches verbreitert. Diese Neubildung besteht ebenfalls aus Zellen der gleichen Art und verhältnismäßig vielen Fasern. Sie ist teil-

weise zu weiten Bluträumen aufgelockert, die in keinem Zusammenhang zum Gefäßlumen zu stehen scheinen; an anderen Stellen ist sie durchsetzt mit Gebilden, die den knotigen Wucherungen vergleichbar sind. Von den visceralen Organen ist nur die Leber betroffen. Ihr regelmäßiger Aufbau ist durch Faserzüge und Zellinseln völlig unterbrochen. Das Leberparenchym ist schwer geschädigt, es lassen sich alle Stufen des Zellunterganges nachweisen.

Die Literatur über den Geschlechtswechsel bei Cyprinodontiden bietet gelegentlich unter dem Begriff der sog. „Restkörper" tumorähnliche Wucherungen, die eine gewisse morphologische Ähnlichkeit mit unseren Neubildungen aufweisen[2]). Eine direkte Beziehung halten wir für unwahrscheinlich, weil bei unseren Versuchen kaum differenzierte Gonaden vorliegen,



a

b

Fig. 1 a u. b. Querschnitt durch die vordere Kopfregion von *Lebistes reticulatus* Pet. a Nach 7tägiger Behandlung mit *Dehydroisoandrosteronacetat*; b unbehandelt.

weil die teilweise ansprechbaren Ovarien frei von Veränderungen sind, und weil beide Geschlechter fast gleichmäßig befallen zu sein scheinen. Ein Zusammenhang im Hinblick auf mögliche hormonale Veränderungen in den restkörpertragenden Tieren ist nicht ausgeschlossen. Eine Infektion im Sinne von Pflugfelder[3]) oder Wurmbach[4]) kann im vorliegenden Falle ausgeschlossen werden, da der Effekt in umfangreichen, zeitlich weit auseinanderliegenden Versuchsreihen nur bei mit D behandelten Tieren auftrat und reproduzierbar ist.

Zur Kennzeichnung der benutzten Substanz erscheint der Hinweis wichtig, daß sie bei ihrem natürlichen Vorkommen im Urin der Säugetiere dem Steroidstoffwechsel der Nebennierenrinde zu entstammen scheint[5]). Eine ausführliche Darstellung erscheint in Kürze an anderer Stelle.

Die Untersuchung wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützt. Herrn Dr. Voss, Fa. C. F. Boehringer & Söhne G.m.b.H., Mannheim, danken wir für die Überlassung der Substanz.

Institut für Experimentelle Krebsforschung der Universität Heidelberg. Hans Querner und Heinrich Wrba.

Eingegangen am 15 Juli 1953

[1]) Querner, H.: Naturwiss. **40**, 145 (1953).
[2]) Eggert, B.: Z. wiss. Zool. **144**, 402 (1933).
[3]) Pflugfelder, O.: Z. Parasitenkde. **15**, 321 (1952).
[4]) Wurmbach, H.: Roux' Arch. **145**, 109 (1951).
[5]) Burrows, H.: Biological Actions of Sex Hormones. Cambridge 1949.

Die Temperaturabhängigkeit der Myomerenzahl beim Hering (Clupea harengus L.).

Seit Heincke[1]) dient die Zahl der Wirbelkörper beim Hering und anderen Clupeiden als Merkmal zur Unterscheidung verschiedener Laichgemeinschaften. Schnakenbeck[2]) und andere Autoren sahen in diesen Standortformen genetische Rassen mit *erblichem* Variationsbereich der Skelettmerkmale. Runnstrøm[3]) und in letzter Zeit besonders Bückmann[4]) fanden bei Untersuchungen in See eine negative Korrelation zwischen Wirbelzahl und Wassertemperatur innerhalb begrenzter Laichgemeinschaften und somit einen Hinweis auf die *Modifikabilität* dieser „Rassen"merkmale. Laboratoriumsbefunde an Schollen [A. Dannevig[5])] und Salmoniden [Täning[6]), Hayes und Pelluet[7])] lieferten analoge Ergebnisse. Diese auch fischereibiologisch wichtige Streitfrage sollte durch die Aufzucht genetisch einheitlicher Heringe bei verschiedenen Temperaturen ihrer Lösung näher gebracht werden. Jedoch gelang es weder früheren Autoren [Kupffer[8]), Meyer[9]), Kotthaus[10]), Schach[11]), Dannevig[12])] noch uns, Heringslarven in genügend großer Zahl bis zu einer Größe aufzuziehen (>3 cm), in der die Wirbelkörper fertig verknöchert und damit zählbar sind. Es wurde daher nach anderen Merkmalen der Segmentierung gesucht: Bei lebenden Heringslarven läßt sich die Zahl der Myomeren (Muskelsegmente) mit einem Binokular meist exakt bestimmen.

Versuche. Laichreife Küstenheringe *eines* Schwarmes wurden am 10. 4. 53 unweit Cuxhaven gefangen. Sogleich erfolgte die künstliche Besamung der auf Streifen von Perlongaze abgestreiften Eier (2 bis 3 Gazestreifen pro Pärchen). 28 Gazestreifen wurden in drei Klassen eingeteilt (dabei die Streifen eines Elternpaares verschiedenen Klassen zugewiesen). Jede dieser Klassen wurde wenig später in Wasser einer bestimmten, während der ganzen Inkubationszeit konstanten Temperatur überführt. Die physikalischen und chemischen Bedingungen differierten, abgesehen von der unterschiedlichen Temperatur in den 15 (je Klasse 3 bis 6) mit filtriertem Jadewasser gefüllten Erbrütungsgläsern, nur sehr wenig. Lediglich in der Klasse mit der niedrigsten Temperatur (K_k) änderte sich infolge von Fäulnisprozessen an unbefruchteten Eiern und dem Ausfallen der Durchlüftung vorübergehend der p_H-Wert. Es kamen hier verhältnismäßig wenige, hinfällige und zum Teil verkrüppelte Larven aus den Eiern. In den beiden anderen Klassen betrug die Schlüpfrate über 70% (d.h. mehrere Tausend gesunder Larven). Tabelle 1 ergibt einen Überblick über die verwendeten Erbrütungstemperaturen. Zwei bis vier Tage nach dem Schlüpfen wurden bei etwa 100 Larven aus jeder Klasse die Myomeren gezählt (1. Zählung). Weitere Proben kamen etwa 10 Tage später zur Untersuchung (2. Zählung). Die Larven der warmen und mittleren Temperaturklasse (W und K_w) waren bald nach dem Schlüpfen in je zwei Gruppen unterteilt worden, von denen jeweils die eine etwa unter den Temperaturbedingungen der Erbrütungszeit verblieb, während die andere in kälterem bzw. wärmerem Wasser gehalten wurde (Aufzuchttemperaturen in Tabelle 1).

Tabelle 1. *Mittlere Myomerenzahl von Heringslarven bei verschiedenen Erbrütungs- und Aufzuchttemperaturen.*

Klasse	Erbrütungstemperatur	1. Zählung, 2 bis 4 Tage nach Schlüpfen	Klasse	Aufzuchttemperatur	2. Zählung, 9 bis 17 Tage nach Schlüpfen
W	13,4°	56,56 ± 0,086 (n = 96)	W_1	15°	56,31 ± 0,286 (n = 13)
			W_2	8°	56,69 ± 0,159 (n = 52)
K_w	8,8°	57,10 ± 0,099 (n = 92)	K_{w1}	16,5°	57,29 ± 0,192 (n = 48)
			K_{w2}	8°	57,42 ± 0,183 (n = 48)
K_k	6,5°	56,92 ± 0,108 (n = 100)	K_k	12,5°	57,80 ± 0,140 (n = 10)

n = Zahl der Larven, deren Myomeren gezählt wurden.

Ergebnisse. 1. Nach Tabelle 1 liegen die Mittelwerte der Myomerenzahlen in der warm erbrüteten Klasse (W) bei der ersten wie bei der zweiten Zählung unter den bei den beiden kälteren Klassen (K_w und K_k) gewonnenen Werten. — Unterschied statistisch gesichert ($P < 0{,}01$). — Die Myomerenzahl (1. Zählung) in der Klasse K_k ist niedriger als die der etwas wärmer gehaltenen Klasse K_w. Dies kann eine Folge der mangelhaften Versuchsbedingungen bei K_k sein. Auch stieß

hier — wie bei der ebenfalls durch niedrigen Mittelwert auffallenden, kleinen Gruppe W_1 — die Zählung der Myomeren auf große Schwierigkeiten.

2. Mit dem Zeitpunkt des Schlüpfens aus dem Ei ist die Bildung der Myomeren noch nicht vollständig abgeschlossen. Mit Ausnahme von W_1 sind die Mittelwerte der zweiten Zählung höher als die der ersten. Diese Differenz ist statistisch gesichert ($P < 0{,}01$), wenn man innerhalb jeder Zählung die beiden kälteren Klassen zusammenfaßt (K_{w1}, K_{w2}, K_k) und die so erhaltenen Mittelwerte vergleicht. Vielleicht hat auch nach dem Schlüpfen die Temperatur noch einen Einfluß auf die Myomerenzahl. Die bei niedrigerer Temperatur aufwachsenden Larven weisen einen stärkeren Zuwachs an Myomeren auf als die Tiere der wärmeren Aufzuchtbecken (statistisch noch nicht gesichert).

Die gefundene Temperaturmodifikabilität der Myomerenzahl legt den Gedanken nahe, daß auch die Zahl anderer segmental angeordneter Organe, so z.B. die der Wirbelkörper, beim Hering durch die Umwelt beeinflußt wird. Über die entwicklungsphysiologischen Grundlagen der negativen Korrelation zwischen Myomerenzahl und Temperatur kann vorerst nichts Sicheres ausgesagt werden.

Eine Studie über die Temperaturabhängigkeit von Körperlänge und Inkubationszeit wird demnächst an anderer Stelle veröffentlicht. Die Aufzuchtversuche an Heringslarven sollen im Rahmen der eingangs aufgezeigten Fragestellung fortgesetzt werden.

Max-Planck-Institut für Meeresbiologie, Abteilung für Fischereibiologie (*Dr.* A. Bückmann). Gotthilf Hempel.

Eingegangen am 17. Juli 1953.

[1]) Heincke, F.: Jber. Commiss. wiss. Unters. Meere, Kiel **1878** und **1882**.
[2]) Schnakenbeck, W.: Z. Morph. u. Ökol. Tiere **21**, 409 (1931).
[3]) Runnstrøm, S.: J. Conseil permanent. int. Explorat. Mer **8**, 235 (1933).
[4]) Bückmann, A.: Helgol. wiss. Meeresunters. **3**, 1, 172 (1950/51).
[5]) Dannevig, A.: Rep. Norw. Fish. Mar. Investigations **9**, 3 (1950).
[6]) Tåning, V.: Biol. Rev. **27**, 169 (1952).
[7]) Hayes, F. R., u. D. Pelluet: Canad. J. Res. Ser. D **23**, 7 (1945).
[8]) Kupffer, C.: Jber. Commiss. wiss. Unters. Meere, Kiel **1878**, 25.
[9]) Meyer, H. A.: Jber. Commiss. wiss. Unters. Meere, Kiel **1878**, 227.
[10]) Kotthaus, A.: Helgol. wiss. Meeresunters. **1**, 349 (1939).
[11]) Schach, H.: Helgol. wiss. Meeresunters. **1**, 359 (1939).
[12]) Dannevig, A., u. G. Dannevig: J. Conseil permanent. int. Explorat. Mer **16**, 211 (1949/50).

Besprechungen.

Buddenbrock, W. von: Vergleichende Physiologie. Bd. I: Sinnesphysiologie. Basel: Birkhäuser 1952. Gzl. sfr. 45.75.

Wer auch immer heute sich mit physiologischen Problemen ernsthaft beschäftigt, kann es nicht umgehen, Fragen der „vergleichenden Physiologie" aufzuwerfen, und wird das Erscheinen eines Übersichtswerkes begrüßen. Zu den heute besonders in Fluß gekommenen Gebieten muß man die „vergleichende Sinnesphysiologie" zählen, die wohl zum Hauptarbeitsgebiet des Autors rechnet. Auf rund 480 Seiten versucht er, den Stand bis etwa zum Ende des Jahres 1949 darzustellen. Es ist durchaus verständlich, daß dabei möglicherweise die Gleichgewichtsverteilung nicht jedermann entsprechen mag. Aber das Buch hat den Ref. gefesselt, und die Auswahl der angeführten Literatur hat in den meisten Fällen Antwort auf von ihm gesuchte Fragen erteilt. Es ist dankenswert, daß v. B. es auf sich genommen hat, sein Buch in ganz neuer und erweiterter Form herauszubringen.

Die Hälfte des Bandes entfällt auf den „Lichtsinn", die 2. Hälfte auf alle übrigen „Sinne" zusammen, wobei rund 70 Seiten den „chemischen Sinnen" zufallen. Etwa 150 Seiten bleiben den „mechanischen Sinnen", die neben Getast Funktion des Labyrinthes und auch das ganze Gehör umfassen, und schließlich findet man dort auch den „Temperatursinn" auf wenigen Seiten erwähnt. Schade, daß offenbar gerade dieses so interessante Gebiet bisher noch vergleichsweise wenig mitteilenswerte Tatsachen bietet. Man möchte heute, von der Physiologie des Menschen und der höheren Tiere ausgehend, immer mehr zweifeln, ob Labyrinth, Temperaturrezeption und vor allem „Schmerz" überhaupt noch in das Gebiet der „Sinnesphysiologie" zu zählen sind, ob hier die Trennung vom Nervensystem noch die erwünschte Ordnung bieten kann? Sollte nicht gerade auch bei der vergleichenden Betrachtung der Begriff der „reziproken" Innervation, der „nocizeptiven" Bahnen und dergleichen manche Phänomene verständlicher zu machen helfen?

F. H. Rein † (Heidelberg).

Eingegangen am 1. November 1952.

Beiträge zur Fauna Perus. Hrsg. v. Erich Titschak. Bd. III. Wissenschaftliche Bearbeitungen. Jena: Gustav Fischer 1952. VII, 266 S., 37 Fig. u. 4 Taf. Brosch. DM 21.—.

Die im III. Band zusammengefaßten Beiträge zur Fauna Perus stellen bis auf Kleinigkeiten ungeänderte Neudrucke der bereits 1942 erschienenen Veröffentlichung dar, von der aber nur wenige Stücke erhalten blieben. Die Arbeit von L. Lindinger ist durch einen Nachtrag ergänzt. Der Band enthält die Bearbeitung folgender Gruppen: F. Ohaus: Rutelinae, F. Spaeth: Cassidinae, E. Uhmann: Hispinae, R. Kleine: Brenthidae, K. E. Schedl: Scolytoidea, C. Fiedler: Cryptorrhynchinae und Genus Piazurus, J. H. Schuurmanns Stekhoven Jr.: Pupiparen, R. Poisson: Genus Buenoa, A. Jacobi: Cercopidae, L. Lindinger: Coccoidea, M. Baenninger: Ozaenini und Scaritinae, A. Jedlicka: Chlaenini, J. P. Corporaal: Cleridae, L. Mader: Erotylidae, P. Nagel: Lucanidae, V. Brehm: Phyllopoda, F. Kiefer: Freilebende Copepoda, A. Schellenberg: Süßwasseramphipoden, E. Schmidt: Odonata, R. Mertens: Amphibien und Reptilien I.

W. Hellmich (München).

Eingegangen am 4. Dezember 1952.

Allen, C. F. H.: Six-membered heterocyclic nitrogen compounds with four condensed rings. New York: Interscience Publishers, Inc. 1951. XIII, 345 S., 7. Abb. u. 40 Tab. Preis: $ 10.—.

Das vorliegende Werk ist der zweite Band der von A. Weissberger herausgegebenen Monographien, in denen die heterozyklische Chemie ausführlich dargestellt wird. Während der erste Band den heterozyklischen Phosphor-, Arsen-, Antimon-, Wismut- und Silicium-Verbindungen gewidmet ist, werden in dem vorliegenden Band die Aza-Analoga der sieben Ringsysteme behandelt, die sich durch die Kondensation von vier Benzolringen ergeben, also die Aza-Analoga des Naphthacens, Benzanthracens usw. Im einzelnen werden unter Berücksichtigung der Literatur bis 1950 beschrieben: Azanaphthacene, Azabenz(a)anthracene, Azabenzo(c)phenanthrene, Azachrysene, Azatriphenylene, Azabenzanthrene und Azapyrene, und zwar mit ein und mehreren N-Atomen. Unter Zugrundelegung der Ring-Index-Nummern der „Chemical Abstracts" und der Verwendung des (a)-Systems der Nomenklatur wurde eine Vereinheitlichung der Substanzbenennung durchgeführt. Bei den einzelnen Verbindungen, die vielfach für die Farbstoff- und Drogenindustrie von Bedeutung sind, wird auf das Historische Bezug genommen und werden Nomenklatur, Stereochemie, Darstellung, Reaktionen, Eigenschaften sowie Derivate beschrieben und Vergleiche gezogen. Viele Tabellen, Literatur- und Patenthinweise und ein umfassendes Inhaltsverzeichnis erhöhen den Wert des Buches, das eine wesentliche Lücke im chemischen Schrifttum ausfüllt und damit eine wertvolle Bereicherung desselben darstellt.

W. Siedel (Frankfurt a. M.-Höchst).

Eingegangen am 28. Juli 1952.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany.

Analytische Chemie der Plaste
(Kunststoff-Analyse).

Von Dr. sc. nat. Dipl.-Chemiker **Kurt Thinius,** Magdeburg. (Chemie und Technologie der Kunststoffe in Einzeldarstellungen. Herausgegeben von **R. Nitsche.** Band 3.) Mit 30 Abbildungen. VIII, 480 Seiten. 1952. Ganzleinen DM 58.50

Inhaltsübersicht: **Analysengang. A. Gebräuchliche Methoden zur Untersuchung der Ausgangsmaterialien und Hilfsmittel für die Herstellung der Plast-Rohstoffe:** Ausgangsmaterialien für die Plast-Rohstoffe auf der Grundlage der Cellulose. Ausgangsmaterialien für Plast-Rohstoffe auf tierischer oder pflanzlicher Grundlage außer Cellulose. Ausgangsmaterialien für die Plast-Rohstoffe auf Basis der Polymerisations- und Polykondensationsprodukte. — **B. Untersuchungsmethoden für die makromolekularen Rohstoffe der Plast-Herstellung:** Plast-Rohstoffe auf Cellulosebasis. Plast-Rohstoffe auf tierischer und pflanzlicher Grundlage außer Cellulose und Kautschuk. Durch Polymerisation gewonnene Plast-Rohstoffe. Durch Polykondensation gewonnene Plast-Rohstoffe. — **C. Charakteristische, für die Analyse der Plaste verwertbare Eigenschaften der Plast-Rohstoffe.** Erkennungsmerkmale für die Plast-Rohstoffe aus der Gruppe der Cellulose und ihrer Derivate. Erkennungsmerkmale für die Plast-Rohstoffe auf tierischer und pflanzlicher Grundlage außer Cellulose. Erkennungsmerkmale für die Plast-Rohstoffe aus der Gruppe der Vinylpolymerisate. Erkennungsmerkmale für durch Polykondensation gewonnene Plast-Rohstoffe. — **D. Analysenmethoden für die Verarbeitungshilfsmittel für die Plaste:** Analysenmethoden für Weichmachungsmittel. Analysenmethoden für Füllstoffe. — **E. Einige Erfahrungen über die praktische Durchführung von Plast-Analysen:** Methoden zur Abtrennung von Weichmachern aus Plasten. Erfahrungen bei der Analyse von Plasten auf Basis Cellulose. Erfahrungen bei der Analyse von Plasten auf der Grundlage von Naturstoffen außer Cellulose. Erfahrungen bei der Analyse von Plasten auf Polymerisat-Grundlage. — **Sachverzeichnis.**

Aus den Besprechungen: Die Fülle der Methoden und ihre genaue Beschreibung bei erschöpfender Behandlung machen das Werk zu einem sehr guten Hilfsmittel für den Kunststoffanalytiker. Es liegt ein Buch vor, das neben den physikalischen und chemischen Methoden gewissenhaft abwägt zwischen Vorproben, Fällungsreaktionen, Lumineszenzverhalten und Löslichkeitseigenschaften. Sehr bemerkenswert ist, daß dem Verhalten der Kunststoffe gegenüber Lösungsmitteln ausgiebig Raum gegeben ist und dieses immer wieder in den Untersuchungsgang einbezogen wird. Viele Angaben der Literatur über das Verhalten der Kunststoffe im ultravioletten Licht werden kritisch geprüft.

Die Ermittlung der physikalischen Konstanten und die chemischen Methoden der Kunststoffanalyse sind nach dem neuesten Stand exakt und erschöpfend beschrieben. Wertvoll ist, daß dem Analytiker auch eine brauchbare Übersicht über die Weichmachungsmittel und deren Erkennung vermittelt wird.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Kunststoffanalytiker oft und gerne nach diesem gediegenen Werk eines erfahrenen Kunststoff-Fachmannes greifen und viel Nutzen daraus ziehen werden. *„Angewandte Chemie"*

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Der Raman-Effekt
und seine analytische Anwendung

Von
Dr. **Walter Otting**

Max-Planck-Institut für medizinische Forschung, Heidelberg, Institut für Chemie

(Anleitungen für die chemische Laboratoriumspraxis, Band V)

Mit 33 Abbildungen
VI, 161 Seiten. 1952
DM 12.60

„. . . This excellent manual is packed with information to guide both the general reader and experienced laboratory worker, the kind of facts too which are just most needed in practice. In spite of its modest size, it must rank as one of the few really good accounts of the Raman effect as applied to chemical problems. . . . . The book is well suited for translation into other languages." *Spectrochimica Acta.*

Springer-Verlag / Berlin · Göttingen · Heidelberg

Biologie der Süßwassertiere

Wirbellose Tiere

Von

Dr. **C. Wesenberg-Lund**

Professor an der Universität Kopenhagen

Deutsche Ausgabe besorgt von **O. Storch**, o. Universitätsprofessor i. R., Wien. Mit 1138 Abbildungen im Text und auf 24 Tafeln. XI, 817 Seiten. 1939

DM 60.—

Mit diesem Werk hat der bekannte Biologe ein Handbuch der gesamten wirbellosen Fauna des Süßwassers von dauerndem Wert geschaffen. Gestützt auf zahlreiche eigene Arbeiten und Beobachtungen sowie auf die einschlägige Literatur hat es der Verfasser unternommen, eine möglichst erschöpfende Vorstellung von der Lebensweise der einzelnen Gruppen von niederen Süßwassertieren zu vermitteln. Von der Darstellung ausgeschlossen sind nur die Protozoen, da diese eine besondere Behandlung verlangen. Wenn sich das Werk auch vorwiegend mit der Süßwasserfauna der gemäßigten Zone beschäftigt, so sind doch auch die arktischen und tropischen Regionen weitgehend berücksichtigt worden. In einem Schlußkapitel wird in knappster Form ein Überblick über die Limnologie in ihrer Gesamtheit gebracht. Zahlreiche Abbildungen, darunter 24 Tafeln, die eine Übersicht über die Hauptgruppen geben, unterstützen die ausführlichen Darlegungen.

Inhaltsübersicht: **Parazoa** (Porifera, Spongiae). Spongillidae (Süßwasserschwämme). **Eumetazoa. Coelenterata. Cnidaria.** Hydrozoa. — **Coelomata (Cölomtiere).** Vermes (Würmer). **Amera.** Plathelminthes. Nemathelminthes. **Polymera** (Annelida, Gliederwürmer). **Oligomera.** — Arthropoda (Gliedertiere). Crustacea (Krebse). Arachnida (Spinnentiere). — Mollusca (Weichtiere). Lamellibranchiata (Muscheln). Gastropoda (Schnecken). — **Allgemeine Bemerkungen.** Die Seen. — Perennierende Kleinwässer. — Temporäre Kleinwässer. — Salzseen. — Die unterirdische Fauna. — Die fließenden Wässer. — Literaturverzeichnis. — Namenverzeichnis. — Sach- und Abbildungsverzeichnis.

Der bekannte dänische Forscher hat sein Leben der Süßwasserbiologie gewidmet und bei seinen Forschungen die großzügige Hilfe des Carlsberg-Fonds genossen. Während vieler Jahre haben er und seine Assistenten in Dänemark an bestimmten Tiergruppen wie Culiciden, Infusorien, Trematoden, Rotiferen, Nematoden, Cladoceren, Hydrachniden usw. Untersuchungen durchgeführt. Stets legte er besonderen Wert auf Untersuchungen der Lebensfunktionen wie Fortpflanzung, Nahrungsaufnahme und Wachstum am Fundort, worauf dann tiefgehende anatomisch-morphologische und genetische Studien im großen Labor folgten.

Seine und die Arbeiten seines Instituts wurden in einer Monographienreihe sowie in den „Plancton Investigations of the Danish Lakes" veröffentlicht. Daraus entstand später das vorliegende Handbuch, an dessen deutscher Ausgabe Prof. Dr. O. Storch, Graz, selbst ein hervorragender Fachmann für Rädertierchen und niedere Krebse, mitwirkte. Die deutsche Ausgabe des Handbuches ist gegenüber der dänischen weitgehend umgearbeitet und zu einem limnologischen Handbuch der gesamten Süßwasserfauna ergänzt. Es wurde auch ein Schlußkapitel angehängt, das einen Überblick über die Limnologie in ihrer Gesamtheit bringt.

Neben der Süßwasserfauna der gemäßigten Zone wurden auch weitgehend die der arktischen und tropischen Regionen einbezogen und die einschlägige Fachliteratur berücksichtigt. Bei den Abbildungen wurde vielfach auf die besonders schönen und lebensnahen Bilder in den Werken der großen Biologen des 18. und 19. Jahrhunderts zurückgegriffen. Auf 24 Tafeln findet man eine Übersicht über die gesamte Süßwasserfauna nach Hauptgruppen.

SPRINGER-VERLAG / WIEN

Diesem Heft liegt ein Prospekt des Springer-Verlages, Berlin · Göttingen · Heidelberg, bei.